

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-373684

(43)Date of publication of application : 26.12.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

B60K 1/04

B60L 11/18

(21)Application number : 2001-183644

(71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 18.06.2001

(72)Inventor : MIZUNO YUTAKA

SAITO MIKIO

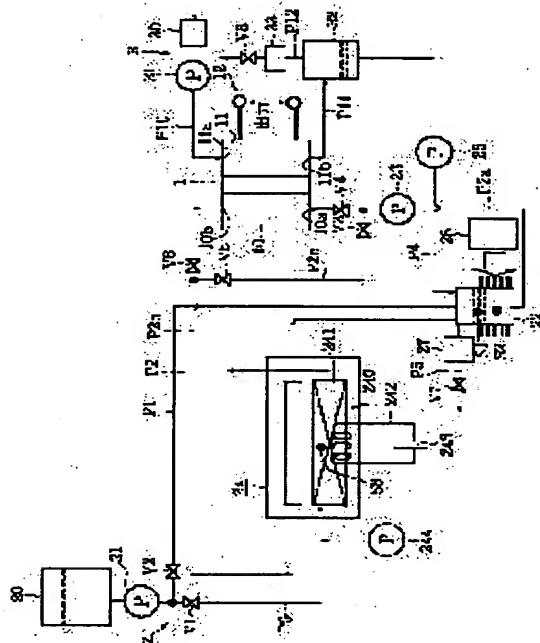
KURANISHI MASAHIKA

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the size and weight and shorten a starting time.

SOLUTION: This fuel cell system has a fuel cell stack 1 for triggering electrochemical reaction of fuel with air to generate power, a fuel supply system 2 for supplying the fuel to the fuel cell stack 1, and an air supply system 3 for supplying the air to the fuel cell stack 1. The fuel supply system 2 comprises a temperature increasing device 24 for heating the fuel to increase the temperature of the fuel cell stack 1 to a generating temperature, and the air supply system 3 comprises a temperature increasing device 24.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-373684

(P2002-373684A)

(43)公開日 平成14年12月26日(2002. 12. 26)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

テームコード(参考)

G 3 D 0 3 5

J 5 H 0 2 7

N 5 H 1 1 5

X

Z

B 6 0 K 1/04

B 6 0 K 1/04

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-183644(P2001-183644)

(22)出願日 平成13年6月18日(2001. 6. 18)

(71)出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72)発明者 水野 裕

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

(72)発明者 斉藤 幹夫

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

(74)代理人 100081709

弁理士 鶴若 俊雄

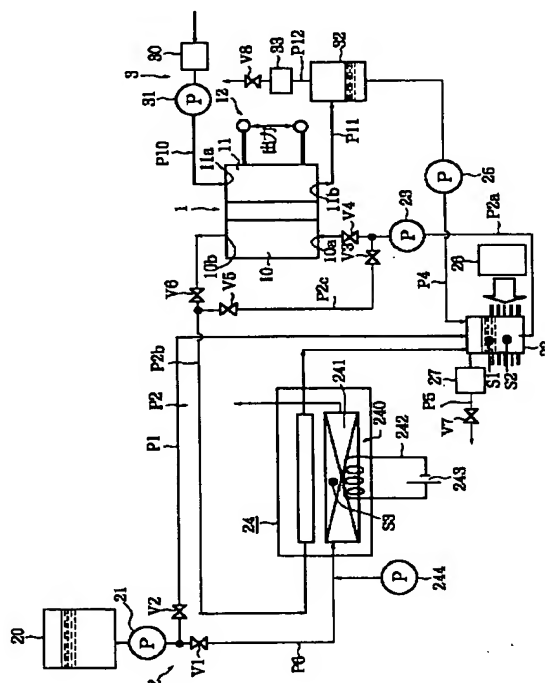
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【要約】

【課題】 小型かつ軽量で起動時間の短縮を可能にする。

【解決手段】 燃料と空気との電気化学反応を行って発電する燃料電池セルスタック1と、燃料電池セルスタック1に燃料を供給する燃料供給系2と、燃料電池セルスタック1に空気を供給する空気供給系3とを有する燃料電池システムにおいて、燃料供給系2に、燃料を加熱して燃料電池セルスタック1を発電温度に昇温させる昇温装置24を備え、また空気供給系3に昇温装置24を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料と空気との電気化学反応を行って発電する燃料電池セルスタックと、前記燃料電池セルスタックに燃料を供給する燃料供給系と、前記燃料電池セルスタックに空気を供給する空気供給系とを有する燃料電池システムにおいて、

前記燃料供給系に、燃料を加熱して前記燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させる昇温装置を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】前記燃料供給系に、燃料を前記燃料電池セルスタックに循環させる燃料循環経路を備え、この燃料循環経路に前記昇温装置を備えることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】前記昇温装置は、燃焼触媒用燃料と空気とを導入して熱を発生する燃焼触媒装置を有し、この燃焼触媒装置の熱で前記燃料循環経路の燃料を加熱することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】燃料と空気との電気化学反応を行って発電する燃料電池セルスタックと、前記燃料電池セルスタックに燃料を供給する燃料供給系と、前記燃料電池セルスタックに空気を供給する空気供給系とを有する燃料電池システムにおいて、

前記空気供給系に、空気を加熱して前記燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させる昇温装置を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項5】前記昇温装置は、燃料供給系側に配置され、前記空気供給系の空気を加熱するとともに、前記燃料供給系の燃料を加熱可能に構成したことを特徴とする請求項4に記載の燃料電池システム。

【請求項6】前記昇温装置は、燃料供給系側に配置され、前記燃料供給系に配置されたメタノール燃料と水とを混合するメタノール水混合器に熱伝達可能に前記昇温装置を構成し、前記空気供給系の空気を加熱するとともに、前記燃料供給系の燃料を加熱可能に構成したことを特徴とする請求項4に記載の燃料電池システム。

【請求項7】前記昇温装置は、燃焼触媒用燃料と空気とを導入して熱を発生する燃焼触媒装置を有し、この燃焼触媒装置の熱で前記空気供給系の空気を加熱することを特徴とする請求項4乃至請求項6のいずれか1項に記載の燃料電池システム。

【請求項8】前記燃焼触媒装置に、燃焼触媒を加熱する燃焼触媒加熱ヒータを備えることを特徴とする請求項3または請求項7に記載の燃料電池システム。

【請求項9】前記燃焼触媒用燃料は、前記燃料電池セルスタックに供給する燃料を用いることを特徴とする請求項3または請求項7に記載の燃料電池システム。

【請求項10】前記昇温装置は、燃料電池システムを構成する発熱部品であることを特徴とする請求項1または請求項2または請求項4に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】ハイブリッド電動自転車の1種である電動補助自転車には、燃料電池システムが搭載され、燃料と空気との電気化学反応を行って発電する燃料電池セルスタックと、燃料電池セルスタックに燃料を供給する燃料供給系と、燃料電池セルスタックに空気を供給する空気供給系と、燃料電池セルスタック、燃料供給系及び空気供給系を制御する燃料電池コントローラとを有するものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような移動用燃料電池システムとして、例えばダイレクトメタノール型燃料電池が小型かつ軽量で好ましいが、起動時には燃料電池の温度が低下しているため、燃料電池の発電効率が悪く、所望の出力を得ることができない。従って、起動直後から所望の発電出力を得るためには、燃料電池の温度を上昇させる必要がある。

【0004】この発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、小型かつ軽量で起動時間の短縮を可能にする燃料電池システムを提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、かつ目的を達成するため、この発明は、以下のように構成した。

【0006】請求項1に記載の発明は、『燃料と空気との電気化学反応を行って発電する燃料電池セルスタックと、前記燃料電池セルスタックに燃料を供給する燃料供給系と、前記燃料電池セルスタックに空気を供給する空気供給系とを有する燃料電池システムにおいて、前記燃料供給系に、燃料を加熱して前記燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させる昇温装置を備えることを特徴とする燃料電池システム。』である。

【0007】この請求項1に記載の発明によれば、昇温装置により燃料を加熱して燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させることで、燃料電池が効率よく発電することができる状態にするまでの起動時間を短縮することができる。

【0008】請求項2に記載の発明は、『前記燃料供給系に、燃料を前記燃料電池セルスタックに循環させる燃料循環経路を備え、この燃料循環経路に前記昇温装置を備えることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。』である。

【0009】この請求項2に記載の発明によれば、燃料循環経路に備えた昇温装置により燃料を加熱して燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させることで、小型かつ軽量の構成で、燃料電池の起動時間を短縮することが

でき、起動時から車両用電力が確保できる。

【0010】請求項3に記載の発明は、『前記昇温装置は、燃焼触媒用燃料と空気とを導入して熱を発生する燃焼触媒装置を有し、この燃焼触媒装置の熱で前記燃料循環経路の燃料を加熱することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池システム。』である。

【0011】この請求項3に記載の発明によれば、燃焼触媒用燃料と空気とを導入して熱を発生する燃焼触媒装置の熱で燃料循環経路の燃料を加熱することで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができるとともに、

10 バッテリからの電力を利用しないためバッテリーが小型になって、燃料電池を搭載した車両全体の重量を抑えることができ、車両の走行性能を向上させることができる。

【0012】請求項4に記載の発明は、『燃料と空気との電気化学反応を行って発電する燃料電池セルスタックと、前記燃料電池セルスタックに燃料を供給する燃料供給系と、前記燃料電池セルスタックに空気を供給する空気供給系とを有する燃料電池システムにおいて、前記空気供給系に、空気を加熱して前記燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させる昇温装置を備えることを特徴とする燃料電池システム。』である。

【0013】この請求項4に記載の発明によれば、空気供給系に昇温装置を備え、燃料電池セルとの相対温度を高くすることができる高温の空気により加熱して燃料電池セルスタックを急速に発電温度に昇温させることで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができる。

【0014】請求項5に記載の発明は、『前記昇温装置は、燃料供給系側に配置され、前記空気供給系の空気を加熱するとともに、前記燃料供給系の燃料を加熱可能に構成したことを特徴とする請求項4に記載の燃料電池システム。』である。

【0015】この請求項5に記載の発明によれば、昇温装置は、空気供給系の空気を加熱するとともに、燃料供給系の燃料を加熱することで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができる。

【0016】請求項6に記載の発明は、『前記昇温装置は、燃料供給系側に配置され、前記燃料供給系に配置されたメタノール燃料と水とを混合するメタノール水混合器に熱伝達可能に前記昇温装置を構成し、前記空気供給系の空気を加熱するとともに、前記燃料供給系の燃料を加熱可能に構成したことを特徴とする請求項4に記載の燃料電池システム。』である。

【0017】この請求項6に記載の発明によれば、メタノール水混合器に熱伝達可能に前記昇温装置を構成し、空気供給系の空気を加熱するとともに、燃料供給系の燃料を加熱することで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができる。

【0018】請求項7に記載の発明は、『前記昇温装置は、燃焼触媒用燃料と空気とを導入して熱を発生する燃焼触媒装置を有し、この燃焼触媒装置の熱で前記空気供

給系の空気を加熱することを特徴とする請求項4乃至請求項6のいずれか1項に記載の燃料電池システム。』である。

【0019】この請求項7に記載の発明によれば、燃焼触媒装置の熱で空気供給系の空気を加熱することで、燃焼熱を利用できるので、電熱ヒータにより加熱する方式に比べて効率がよい。

【0020】請求項8に記載の発明は、『前記燃焼触媒装置に、燃焼触媒を加熱する燃焼触媒加熱ヒータを備えることを特徴とする請求項3または請求項7に記載の燃料電池システム。』である。

【0021】この請求項8に記載の発明によれば、燃焼触媒を加熱する燃焼触媒加熱ヒータを備えることで、電力は、燃焼触媒を反応温度まで部分的に加熱するだけでよいので、バッテリーを大型化する必要がない。

【0022】請求項9に記載の発明は、『前記燃焼触媒用燃料は、前記燃料電池セルスタックに供給する燃料を用いることを特徴とする請求項3または請求項7に記載の燃料電池システム。』である。

20 【0023】この請求項9に記載の発明によれば、燃焼触媒用燃料は、燃料電池セルスタックに供給する燃料を用いることで、特別に他の燃料を用意する必要がない。

【0024】請求項10に記載の発明は、『前記昇温装置は、燃料電池システムを構成する発熱部品であることを特徴とする請求項1または請求項2または請求項4に記載の燃料電池システム。』である。

【0025】この請求項10に記載の発明によれば、昇温装置は、燃料電池システムを構成する発熱部品であり、バッテリーやモータドライバ等の発熱を利用して昇温を行えるので、起動時間が短縮でき、また車両全体のエネルギー効率も向上する。

【0026】

【発明の実施の形態】以下に、この発明の燃料電池システムの実施の形態を添付図面に基いて説明する。

【0027】図1は第1の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【0028】この実施の形態の燃料電池システムは、燃料と空気との電気化学反応を行って発電する燃料電池セルスタック1と、燃料電池セルスタック1に燃料を供給する燃料供給系2と、燃料電池セルスタック1に空気を供給する空気供給系3とを有する。

【0029】燃料電池セルスタック1は、燃料極10と空気極11とを有し、燃料極10に燃料が供給され、空気極11に空気が供給され、燃料と空気との電気化学反応を行って発電して得られる電力は、電力取出部12から出力される。

【0030】この燃料電池セルスタック1での反応は、
 金属極 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- + \text{CO}_2$
 空気極 $6\text{H}^+ + 3/2\text{O}_2 + 6\text{e}^- \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}$

全体 $\text{CH}_3\text{OH} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ である。

【0031】燃料供給系2には、燃料タンク20、第1燃料ポンプ21、メタノール水混合器22、第2燃料ポンプ23、昇温装置24、バルブV1～バルブV6が備えられている。燃料タンク20には、メタノールの燃料が貯留されている。燃料タンク20とメタノール水混合器22の間の経路P1に、第1燃料ポンプ21とバルブV2が配置され、メタノール水混合器22と燃料電池セルスタック1の燃料極入口10aとの間の経路P2aに、第2燃料ポンプ23とバルブV4が配置され、燃料電池セルスタック1の燃料極出口10bとメタノール水混合器22との間の経路P2bに、バルブV6と昇温装置24が配置されている。バルブV4の上流側とバルブV6の下流側はバイパス経路P2cで連結されている。

【0032】この経路P2aと経路P2bとバイパス経路P2cとで燃料循環経路P2が構成されている。このバイパス経路P2cには、バルブV3及びバルブV5が配置されている。

【0033】メタノール水混合器22には、水ポンプ25の駆動で水が経路P4を介して供給される。メタノール水混合器22では、メタノール燃料と水とを混合してメタノール水を得て、メタノール水溶液の燃料が第2燃料ポンプ23の駆動で燃料電池セルスタック1の燃料極10に供給される。

【0034】メタノール水混合器22は冷却ファン26で冷却される。メタノール水混合器22の冷却は、燃料電池システムを車両に搭載する場合は、走行風を利用してもよい。また、メタノール水混合器22には、大気排出管P5が接続され、この大気排出管P5には、メタノール処理器27及びバルブV7が配置されている。メタノール水混合器22には、濃度センサS1及び温度センサS2が設けられている。

【0035】このように、燃料供給系2には、燃料を燃料電池セルスタック1に循環させる燃料循環経路P2を備えられ、この燃料循環経路P2には、燃料を加熱して燃料電池セルスタック1を発電温度に昇温させる昇温装置24を備えられている。この昇温装置24は、燃焼触媒用燃料と空気とを導入し、 $\text{CH}_3\text{OH} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ の反応により熱を発生する燃焼触媒装置240を有している。

【0036】燃焼触媒装置240は、酸化触媒で構成される燃焼触媒241を有し、燃焼触媒241には、第1燃料ポンプ21の駆動により経路P6を介してメタノール燃料が供給されると共に、第1空気ポンプ244の駆動で空気が供給され、燃焼触媒241で燃焼される。さらに、燃焼触媒装置240には、燃焼触媒241を加熱する燃焼触媒加熱ヒータ242が備えられ、この燃焼触媒加熱ヒータ242はバッテリー243で駆動される。燃焼触媒装置240には、温度センサS3が配置される。

【0037】第1燃料ポンプ21は、燃料電池セルスタック1の起動時、バルブV1を開き昇温装置24側に、

メタノール燃料を供給し、昇温後にはバルブV1を閉じ発電電流値に応じたメタノール燃料を燃料電池セルスタック1に供給する。

【0038】燃焼触媒を加熱する燃焼触媒加熱ヒータ242を備えることで、電力は、燃焼触媒241を反応温度まで部分的に加熱するだけでよい。また、燃焼触媒用燃料は、燃料電池セルスタック1に供給する燃料を用いることで、特別に他の燃料を用意する必要がない。

【0039】また、燃料を燃料電池セルスタック1に循環させる燃料循環経路P2は、昇温装置24の燃焼触媒241とは隔離されているため、原料のメタノール燃料の変質がない。また、昇温装置24の燃料濃度が高いので、効果的な加熱を行うことができる。また、昇温装置24を燃料電池セルスタック1と接触させて、燃料電池セルスタック1を加熱してもよい。

【0040】このように、燃料循環経路Pに備えた昇温装置24により燃料を加熱して燃料電池セルスタック1を発電温度に昇温させることで、小型かつ軽量で起動時間を短縮することができる。また、起動時に電力をほとんど使用しないため、起動時から車両用電力が確保できる。

【0041】また、燃焼触媒用燃料と空気とを導入して熱を発生する燃焼触媒装置240の熱で燃料循環経路P2の燃料を加熱することで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができる。

【0042】空気供給系3には、フィルタ30、第2空気ポンプ31、気水分離器32が備えられている。フィルタ30、第2空気ポンプ31は経路P10に配置され、第2空気ポンプ31の駆動によりフィルタ30から取り入れられる空気は、経路P10を介して燃料電池セルスタック1の空気極入口11aから供給される。燃料電池セルスタック1の空気極出口11bから排出される水分を含む空気は、経路P11を介して気水分離器32に排出される。気水分離器32では、空気と水に分離され、空気は大気排出管P12から大気に排出される。この大気排出管P12には、メタノール処理器33及びバルブV8が配置されている。気水分離器32に貯留される水は、水ポンプ25の駆動で経路P4を介してメタノール水混合器22に供給される。

【0043】次に、この燃料電池システムの作動について説明する。

【0044】この燃料電池システムの起動は、昇温装置24の燃焼触媒加熱ヒータ242をONにして、温度センサS3で温度を監視しながら、所定の温度H1まで触媒を加熱する。次に、バルブV1を開け、第1燃料ポンプ21によりメタノール燃料を燃焼触媒装置240に供給すると同時に、反応に必要な空気を第1空気ポンプ244で供給する。

【0045】酸化反応が起こって燃焼触媒241の触媒

層の温度が温度H2まで上昇したら、バルブ2、バルブ3、バルブ5、バルブ7を開け、第2燃料ポンプ23の駆動により昇温装置24へメタノール水溶液の燃料を供給する。

【0046】メタノール水溶液の温度を温度センサS2で監視しながら、所定の温度H3までメタノール水溶液の温度を上昇させる。

【0047】次に、バルブV3を閉じてバルブV4を開き、バルブV5を閉じてバルブV6を開き、メタノール水溶液を燃料電池セルスタック1に導入すると共に、バルブV8を閉じて第2空気ポンプ31により空気を燃料電池セルスタック1に導入して発電を開始する。

【0048】メタノール水溶液の燃料が所定の温度H4に達したら、第1燃料ポンプ21、第1空気ポンプ244を停止し、バルブV1を閉じる。メタノール水溶液の濃度を濃度センサS1で監視し、濃度が低いときは、バルブV2を開けて第1燃料ポンプ21によりメタノール燃料をメタノール水混合器22に供給する。濃度が高いときは、水ポンプ25を作動させて水を供給する。

【0049】濃度センサS1は、メタノール水溶液と接触していない時異常信号を出すことができるので、液面センサを兼ねている。また、水の供給は、異常信号時のみ行い、オーバーフローを防止する。

【0050】燃料電池セルスタック1の発電により、燃料電池セルスタック1の温度が上昇し所定の温度H5に達したら、冷却ファン26を作動させて、メタノール水溶液を冷却して燃料電池セルスタック1の温度を発電温度（温度H6からH7）以内に維持する。

【0051】燃料電池システムの停止は、第2燃料ポンプ23を停止し、自重でメタノール水溶液をメタノール水混合器22まで戻す。第2燃料ポンプ23を逆転させてもよい。次に、第2空気ポンプ31を停止し、バルブV8を閉じる。第1燃料ポンプ21を停止し、バルブV2を閉じる。一定時間後、バルブ4、バルブ6、バルブ7を閉じる。

【0052】図2は第2の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【0053】この実施の形態の燃料電池システムは、図1の実施の形態と同じ構成は同じ符号を付して説明を省略する。この実施の形態では、空気供給系3の経路P10に昇温装置24が備えられ、この昇温装置24により空気を加熱して燃料電池セルスタック1の空気極11に供給し、燃料電池セルスタック1を発電温度に昇温させる。燃料電池セルスタック1には、空気極11の温度を検出する温度センサS4が配置されている。この実施の形態では、バルブ3、バルブ5及び温度センサS2は設けなくてもよい。

【0054】このように、空気供給系3に昇温装置24を備え、空気を加熱して燃料電池セルスタック1を発電温度に昇温させることで、小型かつ軽量で起動時間を短

縮することができ、起動時に電力をほとんど使用しないため、起動時から車両用電力が確保できる。

【0055】第1燃料ポンプ21は、燃料電池セルスタック1の起動時、昇温装置24側にメタノール燃料を供給し、昇温装置24による昇温後には発電電流値に応じたメタノール燃料を供給する。また、昇温装置24を燃料電池セルスタック1と接触させて、燃料電池セルスタック1を加熱してもよい。

【0056】メタノール燃料を昇温装置24の触媒処理能力以上追加し、未反応分を空気極11まで導入してカソード触媒上で酸化させ、昇温を加速してもよい。また、空気供給系3の空気を過剰に導入することで同様に昇温を加速してもよい。

【0057】この実施の形態では、特別な補機を追加することなく昇温が可能であり、また加熱空気のため、燃料電池セルスタック1への導入が容易である。さらに、流量制御だけで加熱量を調整でき、全体としてもシンプルなシステムである。

【0058】図3は第3の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【0059】この実施の形態の燃料電池システムは、図2の実施の形態と同じ構成は同じ符号を付して説明を省略する。この実施の形態では、図2の実施の形態に加えて、空気供給系3の経路P10から燃料電池セルスタック1の燃料極10を加熱する経路P13を設け、加熱空気を空気極11以外にも循環させて、素早い燃料電池セルスタック1の昇温を可能とする。また、加熱する経路P13は、燃料極10の通路をそのまま利用してもよいし、別に形成してもよい。この実施の形態では、バルブ3、バルブ5及び温度センサS2は設けなくてもよい。

【0060】この実施の形態では、特別な補機を追加することなく昇温が可能で、加熱空気のため、燃料電池セルスタック1への導入が可能である。また、流量制御だけでも加熱量を調整でき、全体としてもシンプルなシステムである。さらに、図2の実施の形態よりもさらに素早い燃料電池セルスタック1の昇温が可能である。

【0061】図4は第4の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【0062】この実施の形態の燃料電池システムは、図2の実施の形態と同じ構成は同じ符号を付して説明を省略する。この実施の形態では、空気供給系3の経路P10に昇温装置24が備えられているが、この昇温装置24は、燃料供給系側に配置され、燃料供給系2に配置されたメタノール燃料と水とを混合するメタノール水混合器22と昇温装置24とを一体に構成し、空気供給系3の空気を加熱するとともに、燃料供給系2の燃料を加熱可能に構成している。この実施の形態では、バルブ3、バルブ5及び温度センサS2は設けなくてもよい。

【0063】このように、メタノール水混合器22と昇温装置24とを一体に構成し、空気供給系3の空気を加

熱するとともに、燃料供給系2の燃料を加熱することで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができる。

【0064】第1燃料ポンプ21は、燃料電池セルスタック1の起動時、昇温装置側にメタノール燃料を供給し、燃料電池セルスタック1の昇温後には発電電流値に応じたメタノール燃料を供給する。また、昇温装置24を燃料電池セルスタック1と接触させて、燃料電池セルスタック1を加熱してもよい。メタノール燃料を昇温装置24の触媒処理能力以上追加し、未反応分を燃料電池セルスタック1の空気極11まで導入して空気極11の触媒上で酸化させ、昇温を加速してもよい。空気を過剰に導入することで昇温を加速してもよい。また、メタノール水混合器22と昇温装置24は一体化されているが、お互いに熱伝達ができるよう接合しているか近傍に配置する。

【0065】この実施の形態では、昇温装置24の熱が有効利用でき熱効率が向上し、コンパクト軽量で移動用向きである。また、通常は、空気供給系3の反応空気でメタノール水混合器22を常時冷却することが可能である。

【0066】次に、図2乃至図4の実施の形態の燃料電池システムの作動について説明する。

【0067】この燃料電池システムの起動は、昇温装置24の燃焼触媒加熱ヒータ242をONにして、温度センサS3で温度を監視しながら所定の温度H1まで触媒を加熱する。

【0068】次に、バルブ1、バルブ8を開け、第1燃料ポンプ21によりメタノール燃料を燃焼触媒装置240に供給すると同時に、反応に必要な空気を第2空気ポンプ31で供給する。燃焼触媒装置240で酸化反応が起こって触媒層の温度が温度H2まで上昇したら、それ以上の温度を上げないように第1燃料ポンプ21と第2空気ポンプ31を調整しながら、燃料電池セルスタック1を加熱する。

【0069】燃料電池セルスタック1の温度が所定の温度H3まで上昇したら、バルブ4、バルブ6を開き、メタノール水溶液を燃料電池セルスタック1に導入すると共に、発電を開始する。

【0070】燃料電池セルスタック1の温度が所定の温度H4に達したら、昇温装置24への、メタノール燃料の供給を停止し、バルブV1を閉じる。

【0071】メタノール水溶液の濃度を濃度センサS1で監視し、濃度が低い時は、バルブV2を開けて第1燃料ポンプ21によりメタノール燃料をメタノール水混合器22に供給する。

【0072】濃度センサS1は、メタノール水と接触していない時異常信号を出すことができるので、液面センサを兼ねている。また、水の供給は、異常信号時のみ行い、オーバーフローを防止する。

【0073】また、燃料電池セルスタック1の発電により、燃料電池セルスタック1の温度が上昇し所定の温度H5に達したら、冷却ファン26を作動させて、メタノール水溶液を冷却して燃料電池セルスタック1の温度を発電温度（温度H6からH7）以内に維持する。

【0074】燃料電池システムの停止は、第2燃料ポンプ23を停止し、自重でメタノール水溶液をメタノール水混合器22まで戻す。第2燃料ポンプ23を逆転させてもよい。次に、第2空気ポンプ31を停止し、バルブV8を閉じる。第1燃料ポンプ21を停止し、バルブV2を閉じる。一定時間後、バルブ4、バルブ6、バルブ7を閉じる。

【0075】図5は第5の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【0076】この実施の形態の燃料電池システムは、カートリッジ300内には、下部に燃料タンク301が配置され、中央部に燃料電池セルスタック302が配置され、上部に燃料電池コントローラ303が配置されている。燃料電池システムは、基本構成として、燃料電池セルスタック302、燃料電池コントローラ303、燃料タンク301を一つの箱のカートリッジ300に収納する形態であり、構成部品は縦列に並べ、細長い形状とすることで、幅狭の電動車両にも組み込みやすい形状とすることができる。

【0077】カートリッジ式の燃料電池システムは、全体で例えば数kgの重量になるので、下向きに立てて負荷に装着するほうが扱いやすいし、またユニット形状が幅狭の方が、装着面での汎用性が上がる。よって、燃料が水素の場合、この時のレイアウトとして、下から、燃料タンク301、燃料電池本体すなわち燃料電池セルスタック302、燃料電池コントローラ303の順とし縦列に構成ユニットを並べる。燃料電池セルスタック302からは、発電に伴って、熱が発生し、空気対流により上部が、暖まりやすいので、燃料タンク301の加熱を避けるため、燃料タンク301は、燃料電池セルスタック302の下部に配置する。

【0078】このように、燃料電池セルスタック302、燃料電池コントローラ303等が不測に加熱されることがあると、空気対流によりそれらの上部も加熱されるため、燃料タンク301が過剰に加熱されないように、燃料タンク301を燃料電池セルスタック302、燃料電池コントローラ303の下側に配置するが、燃料が液体の場合、燃料タンク301を燃料電池セルスタック302の上側に配置し、自然落下で燃料を供給するようにしてもよい。

【0079】即ち、燃料が液体等の場合、その燃料タンク301を燃料電池セルスタック302の上部に配置すると、重力により燃料が燃料電池セルスタック302に自然落下するので、汲み上げポンプのような構成部品が不要となりコスト、搭載重量等の面で有利となる。この場

合、セル廃熱による空気対流で、燃料タンク301が加熱されるのを防止するため、セル収納スペースは隔離された別室の燃料タンク収納スペースを設け、隔壁に、断熱材を取り付ける。また、より高温の廃熱等により、断熱材が発火するのを防止するため、さらに不燃材で、燃料タンク収納スペースを覆う。

【0080】燃料電池システムには、補助電池340が備えられる。補助電池340は燃料電池セルスタック302の起動のため、主電源回路341により燃料電池コントローラ303を起動し、空気ポンプ321を駆動させたり、アクチュエータ317を介して燃料弁316を開閉したり、昇温装置を構成する燃料ヒータ315を駆動したり、燃料電池コントローラ303への電源となる。この補助電池340は、燃料電池セルスタック302の起動の後、消費した電力分を燃料電池セルスタック302から供給を受けて充電する。

【0081】燃料電池コントローラ303には、不揮発性メモリ342が備えられ、不揮発性メモリ342に燃料残量データ等が記憶される。燃料電池システムの上部には、燃料残量表示部350が設けられ、LEDによって燃料タンク301の燃料が表示される。このように、燃料電池コントローラ303は、燃料残量表示装置を兼用させ、上側から視認しやすいよう、燃料残量表示部350を最上部にレイアウトする。

【0082】燃料タンク301は、燃料タンク格納ケース304で形成された燃料タンク格納室304a内に配置され、この燃料タンク格納室304aは導入ダクト305を介してカートリッジ300に形成された導風口306と連通し、排気ダクト307を介してカートリッジ300に形成された排気口308と連通している。

【0083】導風口306は車両進行方向前側に位置し、排気口308は車両進行方向前側に位置し、導風口306から取り入れた走行風は、導入ダクト305を介して燃料タンク格納室304aを流れ、排気ダクト307を介して排気口308から排気されることで、燃料タンク301の燃料温度が外気温度になるようにしている。燃料ガス漏れ時に、大気中へのガス拡散を早めるため、燃料タンク格納ケース304を、隔壁で遮断した別室構造とし、外気との通風口である導風口306と排気口308とを設けている。このように、燃料タンク収納スペースとセル収納スペースを隔壁311によって隔離し、隔壁311の上部に進行方向とその最後尾にそれぞれ導風口を設ければ、水素が空気より軽い特性と、走行風の流れによって、後方に、スムーズに大気中に拡散される。

【0084】また、燃料ガスは空気より一般的に軽いために、漏れ時に、後方に速やかに拡散されるように、燃料タンク格納室304aの内壁を後方に向かって傾斜させ、あわせて排気口308を導風口306より高い位置にレイアウトすることで、ガスが後方に拡散されやす

している。

【0085】このように、燃料タンク301の燃料が水素ガスなどの気体の場合、燃料タンク301からのガス漏れを想定して、燃料タンク格納部は、換気を良くし、外気に通じておく。さらに、隔壁311の内壁を後方に向かって傾斜させ、後方の排気口308をそれに伴って高い位置に設ければ、車両停止状態でも、漏れたガスは、後方に拡散されやすくなる。

【0086】燃料タンク格納ケース304には、断熱材309a及び不燃材309bを設けている。燃料タンク格納室304aを断熱材309aで覆うことで、燃料電池セルスタック302の廃熱等により、燃料タンク301が不用意に加熱されないようすることができる。また、燃料タンク格納室304aを不燃材309bで覆うことで、燃料電池セルスタック302や燃料電池コントローラ303のショート等により、周辺が加熱しても、燃料タンク301に及ばないようにしている。また、燃料タンク格納室304aとセル格納室310は隔壁311で分離し、燃料タンク301への熱影響を軽減している。

【0087】燃料タンク格納ケース304には、燃料タンク取付検出スイッチS61、燃料残量リセットスイッチS62及び燃料漏れ検出器312が配置されている。燃料タンク取付検出スイッチS61は、燃料タンク301の取り付け/取り外しを検出し、この情報を燃料電池コントローラ303に送る。燃料電池コントローラ303では、取り付け検知によって燃料タンク301から燃料電池セルスタック302に燃料を供給可能にし、取り外し検知によって燃料弁316のアクチュエータ317を動作させ、燃料弁316が閉じる。

【0088】燃料残量リセットスイッチS62は、燃料タンク301の交換時に作動して燃料残量リセット情報を燃料電池コントローラ303に送り、燃料電池コントローラ303の不揮発性メモリ342の燃料残量をリセットする。

【0089】また、燃料漏れ検出器312（水素ガスなら、水素ガスセンサー）は、燃料タンク301より下流側に位置し、燃料漏れを検出して燃料漏れ情報を燃料電池コントローラ303に送り、燃料電池コントローラ303は、燃料弁316を閉じ、発電を停止する。

【0090】また、燃料タンク格納室304には、燃料タンク取付固定部313が設けられ、交換可能な燃料タンク301を固定する。この燃料タンク取付固定部313には、燃料取出口314が設けられており、この燃料取出口314から取り出される燃料は、燃料供給配管318を介して燃料電池セルスタック302に供給される。

【0091】燃料供給配管318には、燃料弁316が設けられ、この燃料弁316はアクチュエータ317により開閉する。アクチュエータ317は、燃料電池コン

トローラ303からの指令に基づき燃料弁316を開閉し、燃料電池セルスタック302に供給する燃料を制御する。燃料弁316の開閉を、燃料電池コントローラ303と、アクチュエータ317により自動化し、正常な状態での運転では、燃料弁316を開き、燃料がなくなると燃料タンク301を取り外し、もしくは何らかの故障等、使用想定外の状況では、燃料弁316を閉じる。

【0092】燃料電池セルスタック302の反応性を向上させるため、燃料タンク301と燃料電池セルスタック302の間に、燃料ヒータ315を設け、燃料電池コントローラ303の制御により、アクチュエータ317を介して必要時には燃料ヒータ315をONし、不必要時には燃料ヒータ315をOFFする。

【0093】燃料ヒータ315は、電力を利用するもので、補助電池340、燃料電池セルスタック302の両方から電力供給される。燃料を加熱することで、燃料電池セルスタック302の発電性能が増加し、補助電池340に充電するとともに、さらに燃料ヒータ315に電力を供給できるので、迅速に燃料電池セルスタック302の発電性能を増加できる。その一方で、燃料電池セルスタック302の温度が十分上昇すれば、燃料ヒータ302で、加熱せずとも燃料電池セルスタック302内で自然に燃料が暖まる。この場合、燃料電池コントローラ303により燃料ヒータ315をOFFする。

【0094】燃料電池システムには、車両進行方向前側に冷却風導入口319aがセル格納室310に連通して設けられ、また車両進行方向後側に冷却風排気口319bがセル格納室310に連通して設けられている。セル格納室310内には、セル冷却ファン320が配置され、このセル冷却ファン320は燃料電池コントローラ303により駆動される。このセル冷却ファン320の駆動により冷却風導入口319aから冷却風が強制的にセル格納室310へ取り入れられ、燃料電池セルスタック302を冷却し、冷却風排気口319bから排気され、電動車両の走行風をセル冷却用に用いている。

【0095】セル格納室310内には、空気ポンプ321が配置され、この空気ポンプ321は燃料電池コントローラ303により駆動される。この空気ポンプ321の駆動により空気が、空気供給配管322を介して燃料電池セルスタック302に供給される。

【0096】燃料電池セルスタック302の構成を簡単に説明すると、燃料タンク301からカソード（陰極）に燃料となる水素を供給し、空気ポンプ321からアノード（陽極）に酸化剤として空気を供給し、触媒による電気化学反応を行って発電するものである。両電極間には高分子イオン交換膜が介装される。このイオン交換膜には、水素イオンの透過性を確保して円滑に移動させるべく濡れ状態とするために水が供給される。このような電極対を単位として燃料電池セルスタック302が構成され、複数枚のセルを組合わせて各セルの起電力を合計

した所定出力の燃料電池を形成する。燃料電池セルスタック302の起電力反応に伴う発熱は、燃料電池セルスタック302の外周に空気を流して冷却する。

【0097】燃料となる水素は、例えばメタノールを一次燃料としてこれを水と混合して加熱蒸発させ、改質器の触媒反応により水素と二酸化炭素に分解し、シフトコンバータや選択酸化反応器等を介して改質器で微量に発生した一酸化炭素の濃度を低下させた後、この水素ガスを燃料電池の燃料電池セルスタック302のアノード電極に供給する。あるいは水素ガスをボンベから直接供給してもよい。

【0098】燃料電池セルスタック302の電力は、電力線330、331により電力取出部70へ取り出され、電力線330には逆流防止のダイオードD1が接続されている。さらに、燃料電池セルスタック302には、セル温度検出センサS11が設けられ、このセル温度検出センサS11でセル温度を検出して燃料電池コントローラ303に送る。

【0099】また、燃料電池コントローラ303には、外部通信部351が設けられている。この外部通信部351でメインスイッチSWのON/OFF情報、外部の異常情報及び燃料電池コントローラ起動信号、燃料電池制御信号等を車両コントローラの外部通信部から受信し、一方外部通信部351により燃料残量情報、燃料残量リセットスイッチ情報、燃料電池温度情報、燃料電池システムの異常情報を車両コントローラの外部通信部へ送信する。

【0100】このように、燃料電池コントローラ303は、外部と通信する機能を有しており、燃料電池コントローラ303の起動とOFFのスイッチを兼ねている。外部からの通信が無い時は、主電源回路341に対して、燃料弁316を閉じた後、電源をOFFにする。

【0101】また、データ信号の着信により、主電源回路341が起動し、起動後は、必要なデータの送受信を行う。この実施の形態では、メインスイッチSWのON/OFF情報を受け取り、OFFの時は、燃料弁316を閉じ、ONの時は解放する。また、燃料残量と、セル温度を外部に送信し、外部の車両コントローラでは、燃料残量の低下を通信によって知り、電動モータ121の最大出力を絞り、もしくは停止させる。また、セル温度を知ることによって、低温の時は、燃料電池セルスタック302の劣化を防止させるため、電動モータ121の出力を絞り、適温を知ること、フルパワーに対応させる。

【0102】また、電流検出センサS12からのセル電流値、電圧検出センサS13からのセル電圧値、及び燃料消費量・発電量による効率マップ等から、燃料の累積消費計算して燃料残量を求め、それを燃料残量表示部350に設置した複数個のLEDの点灯個数で表示する。電源OFF時には、現在の燃料残量を記憶しておくた

め、不揮発性メモリ342に記憶する。

【0103】また、燃料電池セルスタック302が発電を始めると、セル温度の上昇が始まり、セル温度を適温に保つため、セル冷却ファン320を駆動して温度調整を行う。適性温度以下では、燃料消費節約のため、セル冷却ファン320を止める。走行風による自然冷却も、有効に利用するため、進行方向に対して冷却風導入口319aを設け、後方に冷却風排気口319bを設けている。

【0104】空気ポンプ321は、燃料電池セルスタック302に対して、反応用の空気を送り込み、セル電圧とセル電流の監視によって、発電量を調整するため、間接的に空気量を調整し、空気量を増やせば発電量が増え、減らせば発電量が減る。

【0105】燃料電池コントローラ303は、メインスイッチSWがOFFされた時、燃料残量が0（ゼロ）、セル温度が許容値以上、燃料タンク301が取り外された時、燃料電池コントローラ303が故障もしくは何らかの原因で、機能しなくなった時（燃料弁316の開閉を励磁式にし、OFF時に燃料弁316が閉じるようにしておけば、燃料電池コントローラ303が制御不能になり励磁ができない場合、燃料弁316は自動的に閉じる。）、想定外のセル電流／セル電圧を検出した場合等の時には、燃料弁316を自動的に閉じる。

【0106】次に、燃料電池システムの第6の実施の形態の構成を図6に基づいて説明する。この実施の形態の燃料電池システムは、カートリッジ式であり、カートリッジ300内には、下部に燃料電池セルスタック302が配置され、中央部に燃料電池コントローラ303が配置され、上部に燃料タンク301が配置され、燃料残量表示部350が側部にレイアウトされる点で図5に示す実施の形態と異なるだけであり、この実施の形態の燃料電池システムは、同じ符号を付して説明を省略する。

【0107】この実施の形態の燃料電池システムは、燃料が液体等の場合、その燃料タンク301を燃料電池セルスタック302の上部に配置すると、重力により燃料が燃料電池セルスタック302に自然落下するので、汲み上げポンプのような構成が不要となりコスト、搭載重量等の面で有利となる。この場合、セル廃熱による空気対流で、燃料タンク301が加熱されるのを防止するため、燃料タンク格納ケース304によりセル格納室310から隔離された別室の燃料タンク格納室304aを設け、燃料タンク格納ケース304の隔壁に、断熱材309aを取り付ける。また、より高温の廃熱等により、断熱材309aが発火するのを防止するため、さらに断熱材309bで、燃料タンク格納室304aを覆う。

【0108】また、この実施の形態では、CPU電源である補助電源340、燃料電池アクチュエータ用電源としての電池（容量小）である補助電池340は有するが、補助動力用の電池（容量が大）はない場合は、燃料

電池システムの燃料電池セルスタック302、燃料タンク（水素貯蔵器）301、燃料電池コントローラ303をカートリッジ300の容器に収容しユニット化する。カートリッジ300の一部に電動車両への保持部、カートリッジ300の一部に電力端子、信号端子を持ち、カートリッジ300の電動車両への取り付け保持時、電力端子、信号端子を電動車両側の各端子と接続可能とした。これにより、燃料電池システムの保守点検、燃料の補充を電動車両から隔離した場所でも可能である。

【0109】また、燃料電池コントローラ303の駆動電源用補助電池340をカートリッジ300の容器内に配置することで、燃料電池システムを電動車両以外の場所で駆動することが可能である。

【0110】また、燃料電池コントローラ303の駆動電源用補助電池340はカートリッジ300の容器内から取り外し、電動車両側に配置してもよい。小電池あるいは電源のある場所であれば、燃料電池システムを電動車両以外の場所で駆動することが可能である。

【0111】図7は燃料電池コントローラの制御フローチャートである。

【0112】カートリッジ式の燃料電池システムに備えられる燃料電池コントローラ303では、車両コントローラ400からの通信信号の有無は判断し（ステップa1）、通信信号があると、燃料電池システムが起動の状態か否かを判断する（ステップa2）。ステップa1において、通信信号がないと、通信信号が無しの持続時間を判断し（ステップa3）、許容時間通信信号がないと、ステップa4に移行して不揮発性メモリ342に許容時間通信信号がないことを記憶し、主電源回路341をOFFし（ステップa5）、ステップa6に移行する。ステップa6では、低消費モードに移行して作動を停止する。

【0113】許容時間内に通信信号があると、燃料電池システムの起動状態を判断し（ステップa2）、起動していないと、主電源回路341をONし（ステップa7）、起動しているとそのままステップa8に移行する。

【0114】ステップa8では、セル温度を判断し、温度 $T_2 > \text{温度} T_1$ の条件下で、燃料電池セル温度 $> \text{温度} T_2$ の場合には、セル冷却ファン320をONし（ステップa9）、温度 $T_2 > \text{燃料電池セル温度} > \text{温度} T_1$ の場合には、セル冷却ファン320をOFFし、燃料ヒータ315をOFFし（ステップa10）、温度 $T_1 > \text{燃料電池セル温度}$ の場合には、セル冷却ファン320をOFFし、燃料ヒータ315をONし（ステップa11）、ステップa12で車両コントローラ400からメインスイッチ状態、異常フラグを受信する。

【0115】次に、メインスイッチ状態を判断し（ステップa13）、メインスイッチSWがOFFの場合は、ステップa25へ移行して燃料弁316を閉じ、メイン

スイッチSWがONの場合は、外部の異常状態を判断し（ステップa14）、異常の場合にはステップa25へ移行して燃料弁316を閉じ、異常でない場合は、燃料タンク301の取り外しを検出する（ステップa15）。

【0116】ステップa15で燃料タンク301が取り外し状態の場合は、ステップa25へ移行して燃料弁316を閉じ、装着状態の場合は、セル温度を検出し（ステップa16）、想定温度外の場合は、ステップa25へ移行して燃料弁316を閉じ、適温の場合は、燃料漏れを検出する（ステップa17）。

【0117】ステップa17で燃料漏れがある場合は、ステップa25へ移行して燃料弁316を閉じ、燃料漏れがない場合は、燃料電池システムのセル電流、セル電圧の検出を行ない（ステップa18）、セル電流、セル電圧がそれぞれ想定範囲内か否かのチェックを行なう（ステップa19）。

【0118】ステップa19でセル電流、セル電圧の少なくとも一方が想定外の場合は、ステップa25へ移行して燃料弁316を閉じ、セル電流、セル電圧の両方が想定範囲内の場合は、燃料消費量の計算を行なう（ステップa20）。燃料消費量の算出は、セル電流値、セル電圧値、及び燃料消費量－発電量による効率マップ等から、燃料の累積消費計算して燃料残量を求める。

【0119】次に、燃料残量リセットスイッチS62を押したか否かの判断を行ない（ステップa21）、燃料残量リセットスイッチを押すと、燃料残量を100%にリセットし（ステップa22）、ステップa21において、燃料残量リセットスイッチS62が押されていないと、そのままステップa23において、燃料残量の有無を検出する。

【0120】ステップa23で燃料残量がない場合は、ステップa25へ移行して燃料弁316を閉じ、燃料残量がある場合は、燃料弁316の開放を指令する（ステップa24）。

【0121】そして、カートリッジ300内の各異常の計算を行ない（ステップa26）、燃料残量を燃料残量表示部350に設置した複数個のLEDの点灯個数で表示する（ステップa27）。燃料残量、セル温度、異常フラグを車両コントローラに送信し（ステップa28）、セル電圧、セル電流、セル温度によって反応空気量を計算し、空気ポンプ321を駆動し（ステップa29）、ステップa1に移行する。

【0122】次に、燃料電池システムを駆動源とする電動車両の制御システムを図8に基づき説明する。図8は電動車両の制御システムのブロック図である。

【0123】燃料電池システムの電力取出部から取り出される電力は、電力線402、403を介してモータ駆動回路404に送られる。このモータ駆動回路404には、電力線405、406を介して電動モータ121が

接続され、モータ駆動回路404は、CPU407からの制御信号に基づき電動モータ121を駆動する。CPU407は、ON・OFFのデューティ比に基づきモータ駆動回路404を制御し、電動モータ121の出力を変える。

【0124】電力線406には、電流センサS31が設けられ、この電流センサS31は電動モータ電流を検出してインターフェイスIFを介してCPU407に送る。また、電力線405、406には、CPU407、補助電源408及び電源回路410がモータ駆動回路404に並列に接続されている。補助電源408は、二次電池で構成され、CPU407の駆動電源であると共に、電源回路410を介してモータ駆動回路404に補助電源を与える。

【0125】メインスイッチSWのON/OFF信号が、インターフェイスIFを介してCPU407に送られる。また、車速センサS51からの車速パルスが、インターフェイスIFを介してCPU407に送られ、ペダル踏力に基づく駆動トルクを検知するトルクセンサS52の入力トルクが、インターフェイスIFを介してCPU407に送られる。CPU407は、車速パルスによる車速及び入力トルクによる踏力に基づき車速が低い程、大きなアシスト比＝モータ出力トルク／入力トルク（0～1.5）となるよう、電動モータ121の出力を変えるべく、モータ駆動回路404を制御する。

【0126】さらに、CPU407からの燃料残量情報が、インターフェイスIFを介して表示装置71に送られる。また、CPU407には、不揮発性メモリ420、燃料残量リセットスイッチ421が接続され、不揮発性メモリ420に燃料残量データが記憶される。

【0127】電力線330、331には、電圧検出センサS13が接続され、燃料電池出力電圧を検出し、インターフェイスIFを介してCPU407に送る。また、電力線330には、電流検出センサS12が接続され、燃料電池出力電流を検出し、インターフェイスIFを介してCPU407に送る。また、燃料電池セルスタック302のセル温度検出センサS11から燃料電池温度をインターフェイスIFを介してCPU407に送る。

【0128】CPU407は、入力トルクと車速他で定まるアシスト比から算出されるアシストモータトルクとなるように、車速とアシストモータトルクから算出される目標モータ要求電力がモータ駆動回路404から供給されるように、電流検出センサS71のモータ電流検知値からモータへの供給出力を算出し、目標モータ要求電力値と電動モータ121への供給出力値の差を0に近づけるようにモータ駆動回路404を制御する。CPU407は目標モータ要求電力値を燃料電池セルスタック302が出力するように燃料電池コントローラ303を制御する。すなわち、燃料電池セルスタック302からの実際の出力である燃料電池出力電圧と燃料電池出力電流

から算出される燃料電池出力値と目標モータ要求電力値の差を0に近づけるように燃料電池制御信号を外部通信部から燃料電池コントローラ303の外部通信部351に送る。燃料電池コントローラ303は、燃料電池制御信号と燃料電池温度に基づき空気ポンプ321及びアクチュエータ317を介して燃料弁316を制御し、燃料電池セルスタック302の出力電力を制御する。

【0129】電力線402、403には、電力線422、423を介して燃料ヒータ315が接続され、燃料ヒータ315はCPU407からインターフェイスIFを介して制御され、必要時には燃料ヒータ315をONし、不必要時には燃料ヒータ315をOFFする。燃料ヒータ315は、電力を利用するもので、補助電池340、燃料電池セルスタック302両方から電力供給される。燃料を加熱することで、燃料電池セルスタック302の発電性能が増加し、補助電源340に充電するとともに、さらに燃料ヒータ315に電力を供給できるので、迅速に燃料電池セルスタック302の発電性能を増加でき、その一方で、燃料電池セルスタック302の温度が十分上昇すれば、燃料ヒータ315で加熱せずとも燃料電池セルスタック302の内で自然に燃料が暖まり、この場合車両コントローラ400のCPU407により燃料ヒータ315をOFFする。

【0130】次に、燃料電池システムを駆動源とするハイブリッド電動自転車の制御システムを図9及び図10に基づき説明する。図9はハイブリッド電動自転車の制御システムのブロック図である。

【0131】燃料電池システムから取り出される電力は、電力線402、403を介してモータ駆動回路404に送られる。このモータ駆動回路404には、電力線405、406を介して電動モータ121が接続され、モータ駆動回路404は、CPU407からの制御信号に基づき電動モータ121を駆動する。CPU407は、ON・OFFのデューティ比に基づきモータ駆動回路404を制御し、電動モータ121の出力を変える。

【0132】また、電力線402、403には、電力線501、502を介して二次電池500が接続されている。二次電池500には、温度センサS71が備えられ、二次電池温度を検出してインターフェイスIFを介してCPU407に送る。

【0133】また、電力線501、502には、電圧センサS72が設けられ、二次電池電圧を検出してインターフェイスIFを介してCPU407に送る。電力線501には、電流センサS73が設けられ、二次電池電流を検出してインターフェイスIFを介してCPU407に送る。CPU407は、電圧センサS72の電圧値から直接、あるいは電流センサS73の電流値を時間で積分して二次電池500の容量を算出し不揮発メモリ420に結果が書き込まれる。なお、電流値は充電時は負、放電時は正となるよう設定している。

【0134】燃料電池システムの出力側にDC/DCコンバータで構成される出力制御装置600が接続され、二次電池500は電動モータ121に対しこの燃料電池システムに並列に接続される。

【0135】また、電圧検出センサS13は、燃料電池出力電圧を検出し、インターフェイスIFを介してCPU407に送る。また、電流検出センサS12は、燃料電池出力電流を検出し、インターフェイスIFを介してCPU407に送る。

【0136】出力制御装置600は、出力可変型であり、CPU407からインターフェイスIFを介して送られる出力制御信号に応じて燃料電池システムからの電圧をモータ駆動に必要な電圧に変換して電動モータ121に電力を供給する。この出力制御装置600により、運転状態や二次電池500の容量等に応じて燃料電池システム及び二次電池500から電動モータ121に供給される電力の配分を調整制御する。

【0137】また、電力線402、403には、CPU407及び電源回路410がモータ駆動回路404に並列に接続され、電源回路410を介してCPU407が起動される。

【0138】メインスイッチSWのON/OFF信号が、インターフェイスIFを介してCPU407に送られる。また、車速センサS51からの車速パルスが、インターフェイスIFを介してCPU407に送られ、ペダル踏力に基づく入力トルクを検知するトルクセンサS52の入力トルクが、インターフェイスIFを介してCPU407に送られる。CPU407は、車速パルスによる車速及び入力トルクによる踏力に基づきモータ駆動回路404を制御し、電動モータ121の出力を変える。さらに、CPU407からの燃料残量情報が、インターフェイスIFを介して表示装置71に送られる。

【0139】CPU407は、燃料電池出力電圧、燃料電池出力電流及び燃料電池温度に基づき燃料電池制御信号を外部通信部から燃料電池コントローラ303の外部通信部へ送る。燃料電池コントローラ303は、燃料電池制御信号に基づき空気ポンプ321及びアクチュエータ317を介して燃料弁316を制御し、燃料電池セルスタック302の出力電力を制御する。

【0140】図10はハイブリッド電動自転車の制御システムの制御フローチャートである。

【0141】メインスイッチSWがONされると、制御フローが開始し、ステップb1では、不揮発性メモリ420から二次電池容量と燃料残量を読み取り、燃料電池システムの起動信号を出力し（ステップb2）、メインスイッチSWの状態の判断を行ない（ステップb3）、メインスイッチSWがOFFの場合は、不揮発性メモリ420から二次電池容量と燃料残量を書込み動作終了する（ステップb4）。

【0142】メインスイッチSWがONの場合は、燃料

電池システムの電流、電圧、温度を検出し（ステップb5）、ステップb6で現在の燃料電池システムの温度を判断し、許容温度以上の場合は、燃料ヒータ315をOFFしてステップb9へ移行し（ステップb7）、許容温度以下の場合は燃料ヒータ315をONしてステップb9へ移行する（ステップb8）。

【0143】ステップb9でトルクセンサS52、モータ電流、車速センサS51の出力を検出し、車両のペダルの踏み込みでトルクセンサS52から入力トルクが有るか否かの判断を行なう（ステップb10）。入力トルクが有ると、燃料電池システムが起動中か否かの判断を行ない（ステップb11）、起動中の場合は車速がS2以上か否かの判断を行ない（ステップb12）、車速がS2以下の場合は、燃料電池システムが起動中か否かの判断を行ない（ステップb13）、起動中の場合はステップb14でモータ電流指令値の計算を行なう。

【0144】ステップb10で入力トルクがない場合は、ステップb15で規定時間経過後に燃料電池システムの停止信号を出力してステップb12へ移行する（ステップb16）。ステップb11で燃料電池システムが起動中でない場合は、燃料電池システムの起動信号を出力してステップb12へ移行する（ステップb17）。

【0145】また、ステップb12で車速がS2以上の場合は、ステップb18で規定時間経過後に燃料電池システムの停止信号を出力してステップb14へ移行する（ステップb19）。ステップb13で燃料電池システムが起動中でない場合は、燃料電池システムの起動信号を出力してステップb14へ移行する（ステップb20）。

【0146】ステップb14でモータ電流指令値の計算を行ない、このようにして求めた目標モータ電流値になるように、ステップb21において、モータデューティ出力を行ない、電動モータ121を制御する。

【0147】次に、ステップb22において、燃料残量リセットスイッチS62の状態を判断し、燃料残量リセットスイッチS62が押されていると、燃料を100%にリセットし（ステップb23）、燃料電池システムの燃料消費量と燃料残量を計算する（ステップb24）。ステップb22において、燃料残量リセットスイッチS62が押されていないと、そのままステップb24において、燃料電池システムの燃料消費量と燃料残量を計算する。

【0148】燃料消費量の算出は、セル電流値、セル電圧値、及び燃料消費量-発電量による効率マップ等から、燃料の累積消費計算して燃料残量を求め、それをステップb25において、燃料残量表示部350に設置した複数のLEDの点灯個数で表示し、また表示装置71に表示し、ステップb3へ移行する。

【0149】次に、燃料電池システムを駆動源とする他の実施の形態のハイブリッド電動自転車の制御システム

を図11に基づき説明する。図11はハイブリッド電動自転車の制御システムの制御フローチャートであり、この実施の形態は出力制御装置を備えていない場合を示している。

【0150】メインスイッチSWがONされると、制御フローが開始し、ステップc1では、不揮発性メモリ420から二次電池容量と燃料残量を読み取り、メインスイッチSWの状態の判断を行ない（ステップc2）、メインスイッチSWがOFFの場合は、不揮発性メモリ420から二次電池容量と燃料残量を書込み、動作終了する（ステップc3）。

【0151】メインスイッチSWがONの場合は、現在の燃料電池システムの起動状態を判断し（ステップc4）、未起動の場合はステップc5で現在の二次電池容量がC2（60%）以上か否かの判断を行なう。二次電池容量がC2（60%）未満の場合は、燃料電池システムの起動のON命令を行ない（ステップc6）、二次電池の電流、電圧、温度を検出する（ステップc7）。

【0152】ステップc4で燃料電池システムが起動している場合には、燃料電池システムの電流、電圧、温度を検出し（ステップc8）、ステップc9で現在の燃料電池システムの温度を判断し、許容温度以上の場合は、燃料ヒータ315をOFFしてステップc7へ移行し（ステップc10）、許容温度以下の場合は燃料ヒータ315をONしてステップc7へ移行する（ステップc11）。

【0153】ステップc7で二次電池の電流、電圧、温度を検出すると、二次電池容量を計算し（ステップc13）、現在の二次電池500の容量を判断する（ステップc14）。

【0154】ステップc14では、二次電池容量がC2（60%）以上の場合であると、燃料電池起動のOFF指令が車両コントローラ400から燃料電池コントローラ303に送られる（ステップc15）。ステップc16でトルクセンサS52、モータ電流、車速センサS51の出力を検出する。

【0155】ステップc14では、二次電池容量がC1（40%）以下の場合であると、燃料電池起動のON指令が車両コントローラ400から燃料電池コントローラ303に送られ（ステップc15）、その後ステップc16へ移行する。

【0156】ステップc16でトルクセンサS52、モータ電流、車速センサS51の出力を検出し、ステップc18でモータ電流指令値の計算を行ない、このようにして求めた目標モータ電流値になるように、ステップc19において、モータデューティ出力を行ない、電動モータ121を制御する。

【0157】次に、ステップc202において、燃料残量リセットスイッチS62の状態を判断し、燃料残量リセットスイッチS62が押されていると、燃料を100

%にリセットし（ステップc21）、燃料電池システムの燃料消費量と燃料残量を計算する（ステップc22）。ステップc20において、燃料残量リセットスイッチS62が押されていないと、そのままステップc22において、燃料電池システムの燃料消費量と燃料残量を計算する。

【0158】燃料消費量の算出は、セル電流値、セル電圧値、及び燃料消費量一発電量による効率マップ等から、燃料の累積消費計算して燃料残量を求め、それをステップc23において、燃料残量表示部350に設置した複数のLEDの点灯個数で表示し、また表示装置71に表示し、ステップc2へ移行する。

【0159】次に、燃料電池システムの他の実施の形態の構成を図12に基づいて説明する。

【0160】この実施の形態の燃料電池システムは、電動車両に搭載されている。この電動車両は、シートポスト609との連結部分には、クランク軸812が回転自在に支承されており、クランク軸812の左右両端にはクランク813が取り付けられ、各クランク813の端部にはペダル814が軸支されている。ペダル814の回転でクランク軸812が回転し、チェーン626を介して後輪623を駆動する。後輪623の車軸661には、パワーユニット720が配置されている。パワーユニット620は、乗員の踏力による主駆動系と電動モータ721による補助動力系を併設して構成されている。

【0161】燃料電池システムは、車両のシート部と後輪623との間に配置され、シート800のシートポスト609の後側で後輪623の上方に位置している。燃料電池システムの車両制御コントローラ632及び燃料電池コントローラ604と一緒に制御ケース700に収納されている。燃料電池システムの下部には、二次電池601が配置され、中央部に燃料電池セルスタック602が配置され、燃料電池セルスタック602は、空気とメタノール水溶液により電気化学反応を行って発電し、空気フィルタ610及び空気ポンプ611は、燃料電池セルスタック602の上方位置に配置され、空気ポンプ611の駆動により空気が、空気フィルタ610から吸入されて燃料電池セルスタック602に供給される。空気フィルタ610の後方には、排水タンク612が配置されている。

【0162】燃料電池セルスタック602から排出される水が、排水タンク612に貯留され、排水タンク612の所定レベル以上の水面の水が図示しない排水パイプを介して後方下方に排出される。

【0163】また、排水タンク612から排気ガスを触媒を有するフィルタ614で浄化し、大気に放出する。

【0164】また、メタノール水混合器620、燃料ヒータ621及び燃料ポンプ622が配置されている。燃料タンク701を上方に配置し、メタノール水混合器620を下方に配置し、燃料タンク701からメタノール

をメタノール水混合器620に供給するメタノール量を制御する。

【0165】また、メタノール水混合器620には、上方に配置された排水タンク612から水が供給され、メタノール水混合器620でメタノールと水とを混合してメタノール水溶液を得ようになっている。

【0166】燃料ポンプ622の駆動によって、燃料ヒータ621で加温されたメタノール水溶液が燃料電池セルスタック602に供給される。メタノール水混合器620は、燃料の温度を上げることで反応性を向上することができるため、熱発生源の燃料電池セルスタック602の後方位置に配置されている。

【0167】燃料電池セルスタック602の構成を簡単に説明すると、カソード（陰極）に燃料となるメタノール水溶液を供給し、アノード（陽極）に酸化剤として空気を供給し、触媒による電気化学反応を行って発電するものである。両電極間には高分子イオン交換膜が介装される。このイオン交換膜には、水素イオンの透過性を確保して円滑に移動させるべく濡れ状態とするために水が供給される。このような電極対を単位としてセルが構成され、複数枚のセルを組合わせて各セルの起電力を合計した所定出力の燃料電池を形成する。燃料電池セルスタック602の電力は、二次電池601に充電され、モータドライバ633を介して電動モータ621を駆動する。モータドライバ633の前側には二次電池コントローラ605が配置されている。

【0168】この実施の形態では、昇温装置が燃料電池システムを構成する発熱部品であり、二次電池601（バッテリー）やモータドライバ633等の発熱し、この発熱を利用して燃料電池セルスタック602や燃料供給系の経路P20を加熱し昇温を行えるので、起動時間が短縮でき、また車両全体のエネルギー効率も向上する。また、二次電池601（バッテリー）やモータドライバ633を低い位置に配置するので走行安定性がよい。

【0169】次に、燃料電池システムの他の実施の形態の構成を図13に基づいて説明する。この実施の形態の燃料電池システムは、前輪側とシートポスト609との間に、燃料電池セルスタック602、空気ポンプ611及び燃料ポンプ622が前輪側に沿わせて配置され、またシートポスト609に燃料タンク701を沿わせて配置され、この間にメタノール水混合器620、二次電池601（バッテリー）が配置されている。シートポスト609の後方には、車両制御コントローラ632及び燃料電池コントローラ604と一緒に制御ケース700に収納されて配置され、下方位置にモータドライバ633が配置されている。

【0170】この実施の形態では、二次電池601（バッテリー）の発熱で、燃料供給系の経路P20やメタノール水混合器620を加熱し昇温を行えるので、起動時間が短縮でき、また車両全体のエネルギー効率も向上す

る。

【0171】また、比較的重量の重い二次電池601（バッテリー）やモータードライバ633や燃料タンク701を低く配置するので、走行安定性がよい。また、乗員の股下を利用しているので、荷物を車載する荷台のスペースを犠牲にすることなく、ハイブリッドシステムを車載できる。

【0172】次に、燃料電池システムの他の実施の形態の構成を図14に基づいて説明する。この実施の形態の燃料電池システムは、図13の実施の形態と同様に構成されるが、二次電池601（バッテリー）をメタノール水混合器620の下側に接触させて配置している。二次電池601（バッテリー）の発熱で、燃料供給系の経路P20やメタノール水混合器620を加熱し昇温を行えるので、起動時間が短縮でき、また車両全体のエネルギー効率も向上する。

【0173】次に、燃料電池システムの他の実施の形態の構成を図15に基づいて説明する。この実施の形態の燃料電池システムは、図13の実施の形態と同様に構成されるが、燃料タンク701と燃料電池セルスタック602とを配置位置を交換し、燃料タンク701を前輪の後方に沿わせ配置し、燃料電池セルスタック602を、シートポスト609の前方に沿わせて配置している。

【0174】次に、燃料電池システムの他の実施の形態の構成を図16に基づいて説明する。この実施の形態の燃料電池システムは、前輪側とシートポスト609との間に、燃料電池セルスタック602、空気ポンプ611が配置され、またシートポスト609の後方に、燃料タンク701、二次電池601（バッテリー）、メタノール水混合器620及び車両制御コントローラ632及び燃料電池コントローラ604が一緒に制御ケース700に収納されて配置されている。メタノール水混合器620及び車両制御コントローラ632及び燃料電池コントローラ604の下位置に、燃料ポンプ622及びモータードライバ633が配置されている。

【0175】この実施の形態では、モータードライバ633の発熱で、燃料供給系の経路P20やメタノール水混合器620を加熱し昇温を行えるので、起動時間が短縮でき、また車両全体のエネルギー効率も向上する。

【0176】また、燃料タンク701の中に二次電池601（バッテリー）を内蔵されており、二次電池601（バッテリー）の発熱を利用して燃料電池セルスタック602の昇温を行えるので、さらに有効に起動時間が短縮できる。

【0177】また、乗員の股下を利用しているので、荷物を車載する荷台のスペースを犠牲にすることなく、ハイブリッドシステムを車載できる。さらに、ハイブリッドシステムの構成品の中でも高価な車両制御コントローラ632及び燃料電池コントローラ604、モータードライバ633、二次電池601（バッテリー）をシート付

近に配置することで、転倒時の経済的デメリットを低くすることができる。

【0178】次に、燃料電池システムの他の実施の形態の構成を図17に基づいて説明する。この実施の形態の燃料電池システムは、シートポスト609と後輪623の間に、燃料電池セルスタック602、空気ポンプ611、燃料タンク701、二次電池601（バッテリー）、メタノール水混合器620及び車両制御コントローラ632及び燃料電池コントローラ604が一緒に制御ケース700に収納されて配置されている。メタノール水混合器620及び車両制御コントローラ632及び燃料電池コントローラ604の下位置に、燃料ポンプ622及びモータードライバ633が配置されている。

【0179】この実施の形態では、モータードライバ633の発熱で、燃料供給系の経路P20やメタノール水混合器620を加熱し昇温を行えるので、起動時間が短縮でき、また車両全体のエネルギー効率も向上する。

【0180】また、後輪623と荷台650の間を利用した搭載であり、荷台650の下を利用しているので、荷物を車載するスペースを犠牲にすることなく、ハイブリッドシステムを車載できる。また、車体の改造範囲が少ないので、フレームの汎用性が高く、車両のコストを抑えることができる。

【0181】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、請求項1に記載の発明では、昇温装置により燃料を加熱して燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させることで、燃料電池が効率よく発電することができる状態にするまでの起動時間を短縮することができる。

【0182】請求項2に記載の発明では、燃料循環経路に備えた昇温装置により燃料を加熱して燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させることで、小型かつ軽量の構成で、燃料電池の起動時間を短縮することができ、起動時から車両用電力が確保できる。

【0183】請求項3に記載の発明では、燃焼触媒用燃料と空気とを導入して熱を発生する燃焼触媒装置の熱で燃料循環経路の燃料を加熱することで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができるとともに、バッテリーからの電力を利用しないためバッテリーが小型になって、燃料電池を搭載した車両全体の重量を抑えることができ、車両の走行性能を向上させることができる。

【0184】請求項4に記載の発明では、空気供給系に昇温装置を備え、燃料電池との相対温度を高くすることができる高温の空気により加熱して燃料電池セルスタックを発電温度に昇温させることで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができる。

【0185】請求項5に記載の発明では、昇温装置は、空気供給系の空気を加熱するとともに、燃料供給系の燃料を加熱することで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができる。

【0186】請求項6に記載の発明では、メタノール水混合器に熱伝達可能に前記昇温装置を構成し、空気供給系の空気を加熱するとともに、燃料供給系の燃料を加熱することで、昇温能力が高く、起動時間を短縮することができる。

【0187】請求項7に記載の発明では、燃焼触媒装置の熱で空気供給系の空気を加熱することで、燃焼熱を使用できるので、電熱ヒータにより加熱する方式に比べて効率が良い。

【0188】請求項8に記載の発明では、燃焼触媒を加熱する燃焼触媒加熱ヒータを備えることで、電力は、燃焼触媒を反応温度まで部分的に加熱するだけでよいため、バッテリーを大型化する必要がない。

【0189】請求項9に記載の発明では、燃焼触媒用燃料は、燃料電池セルスタックに供給する燃料を用いることで、特別に他の燃料を用意する必要がない。

【0190】請求項10に記載の発明では、昇温装置は、燃料電池システムを構成する発熱部品であり、バッテリーやモータドライバ等の発熱を利用して昇温を行えるので、起動時間が短縮でき、また車両全体のエネルギー効率も向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【図2】第2の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【図3】第3の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【図4】第4の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【図5】第5の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【図6】第6の実施の形態の燃料電池システムの構成図である。

【図7】燃料電池コントローラの制御フローチャートである。

【図8】電動車両の制御システムのブロック図である。

【図9】ハイブリッド電動自転車の制御システムのブロック図である。

【図10】ハイブリッド電動自転車の制御システムの制御フローチャートである。

【図11】燃料電池システムの他の実施の形態の制御フローチャートである。

【図12】燃料電池システムの他の実施の形態の構成を示す図である。

【図13】燃料電池システムの他の実施の形態の構成を示す図である。

【図14】燃料電池システムの他の実施の形態の構成を示す図である。

【図15】燃料電池システムの他の実施の形態の構成を示す図である。

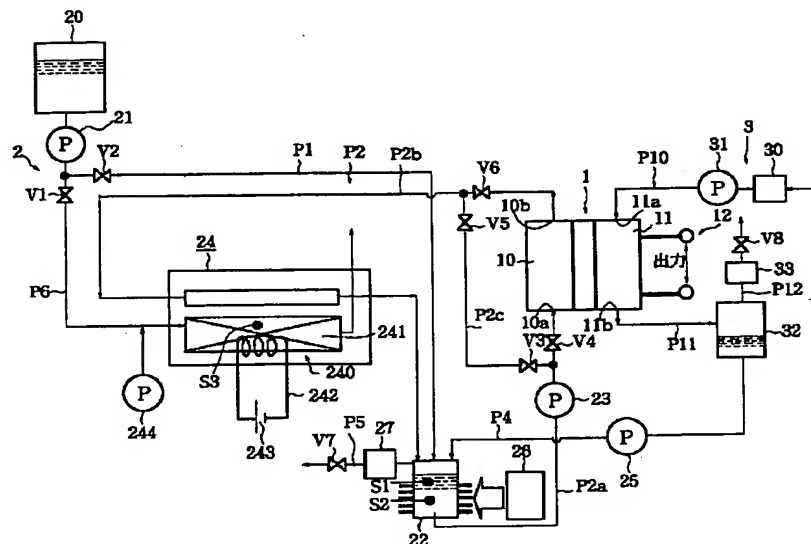
【図16】燃料電池システムの他の実施の形態の構成を示す図である。

【図17】燃料電池システムの他の実施の形態の構成を示す図である。

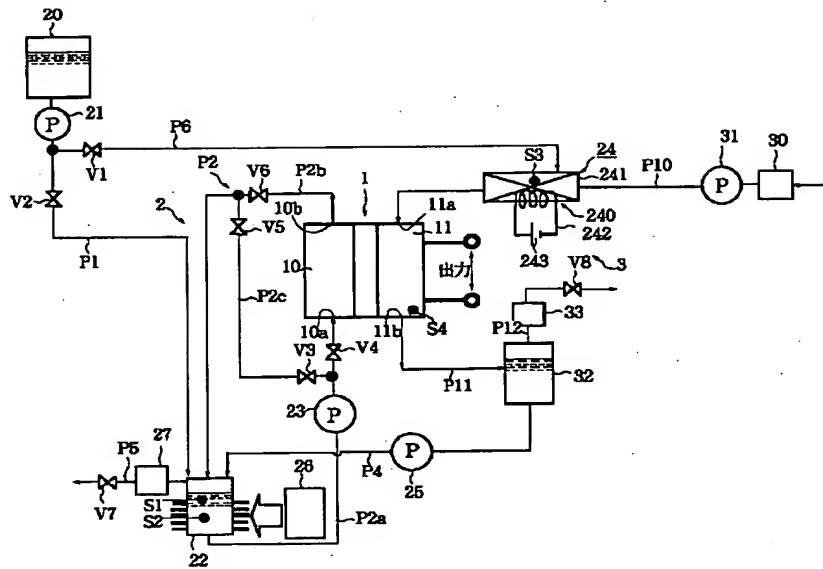
【符号の説明】

- 1 燃料電池セルスタック
- 2 燃料供給系
- 3 空気供給系
- 24 昇温装置

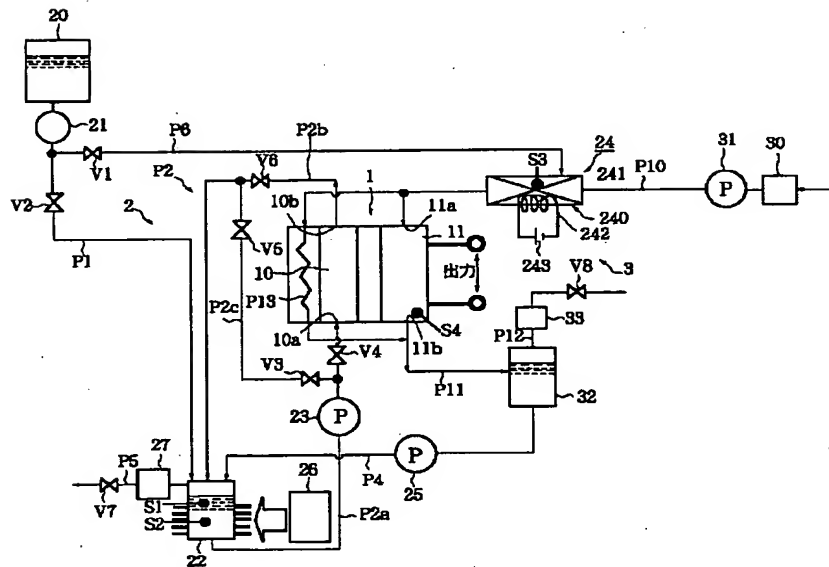
【図1】



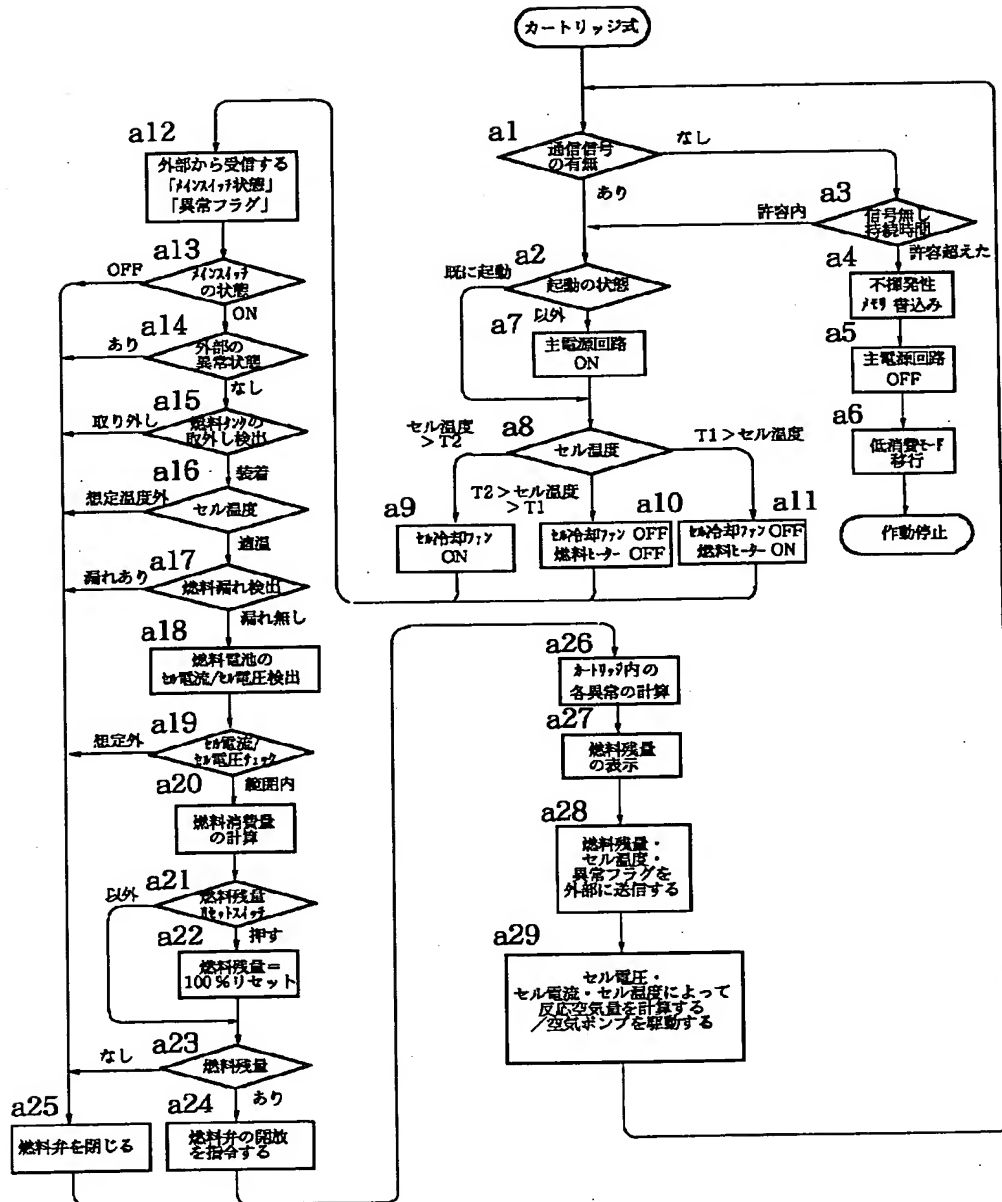
【図2】



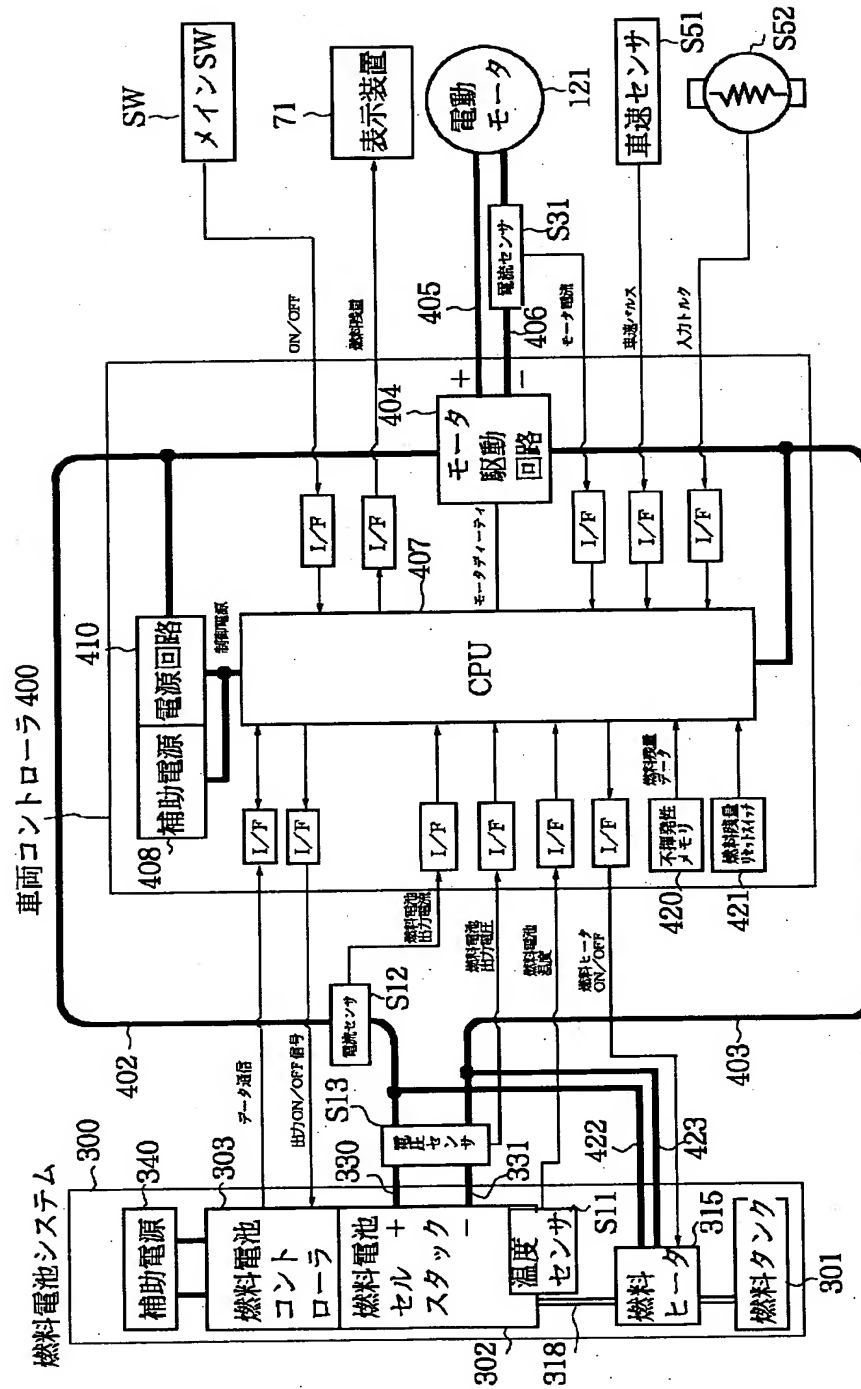
【図3】



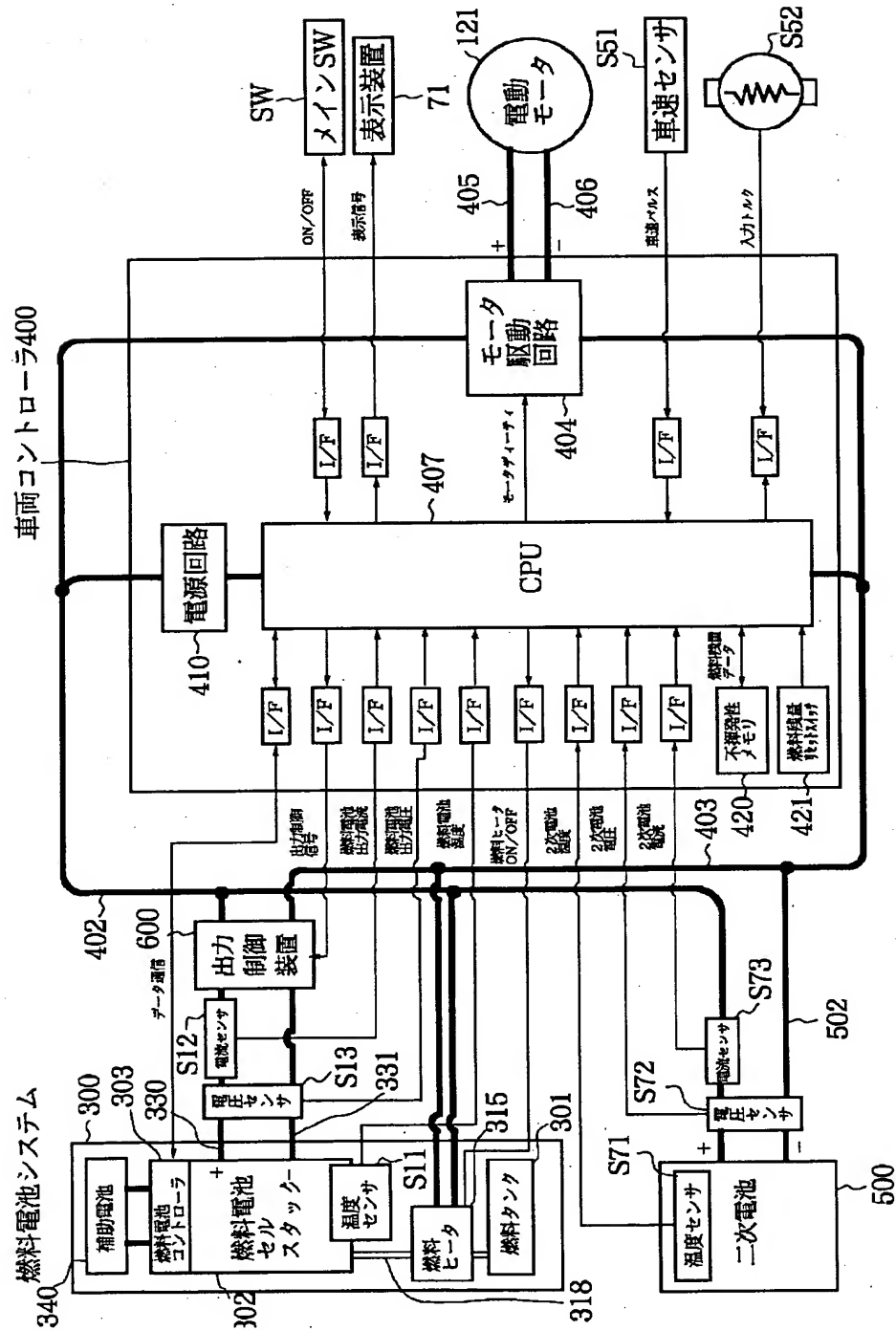
【図7】



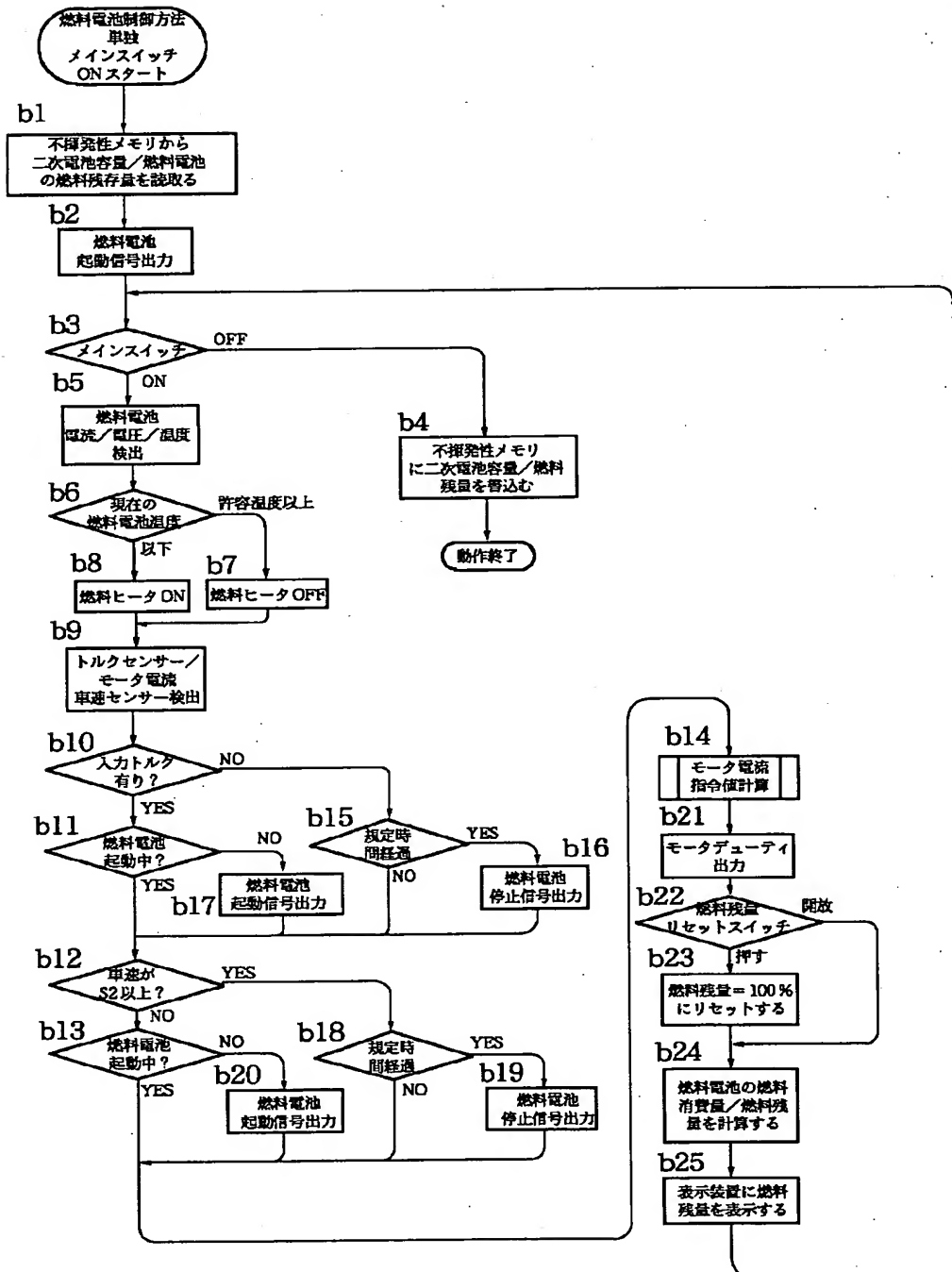
【図8】



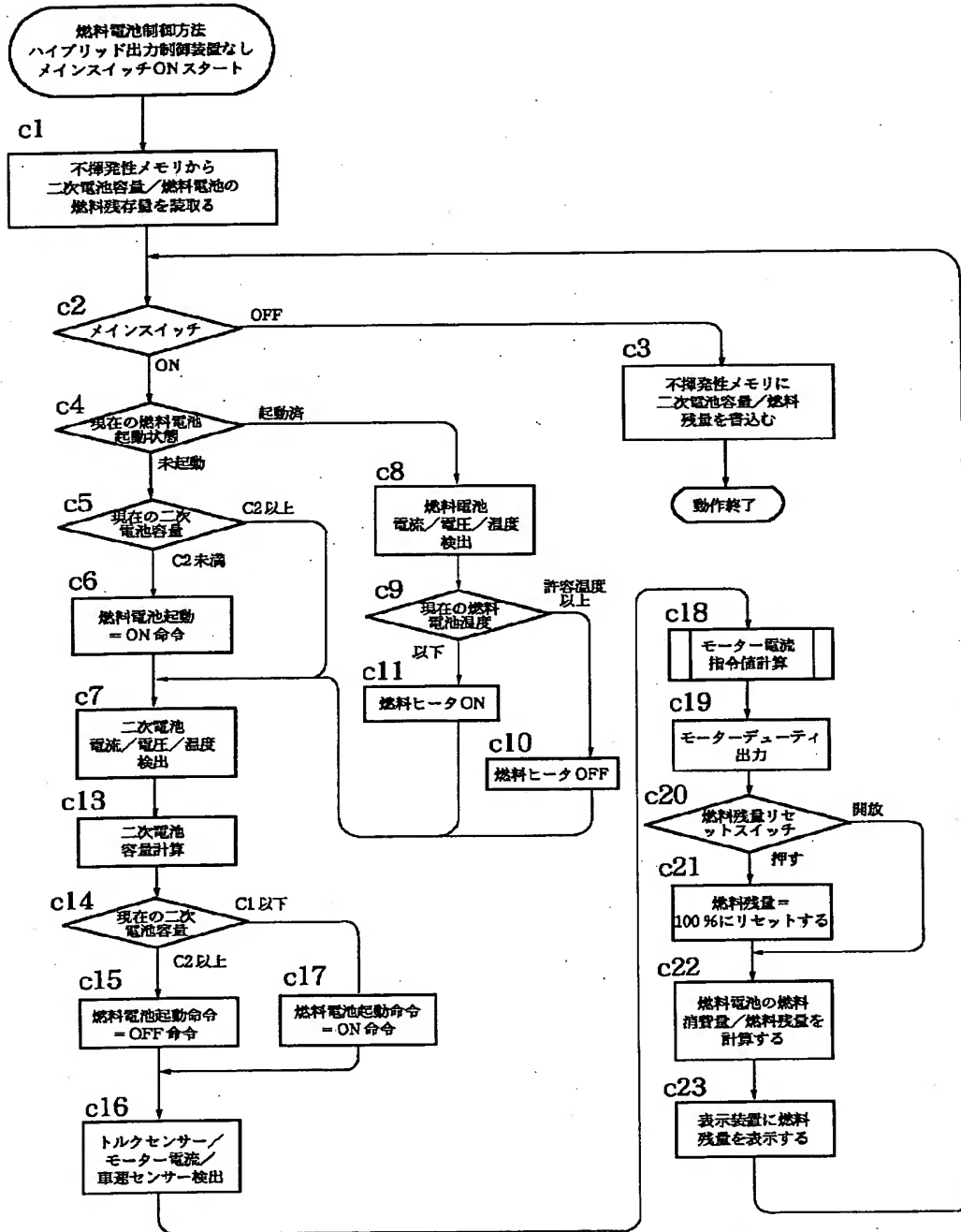
【図9】



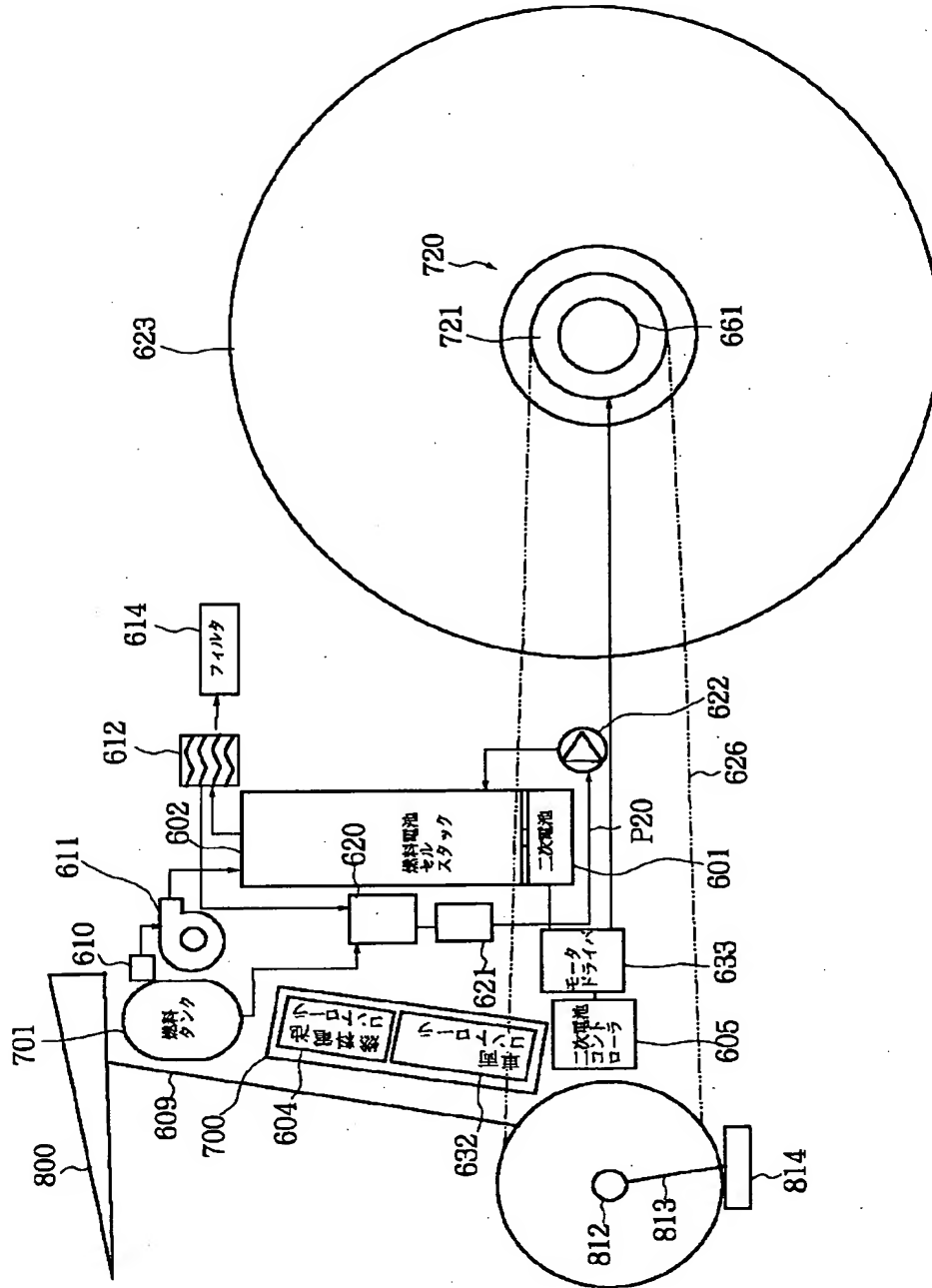
【図10】



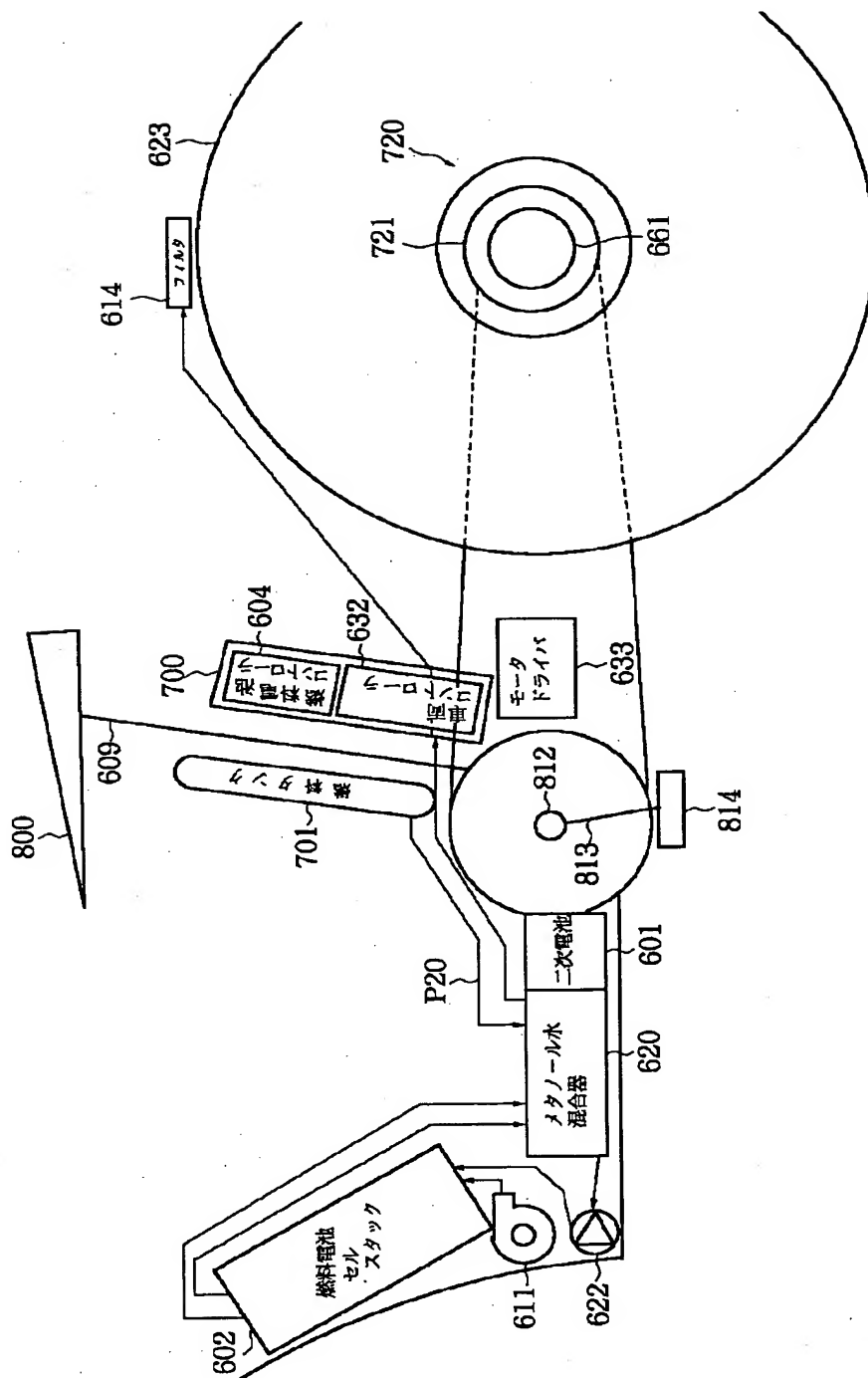
【図11】



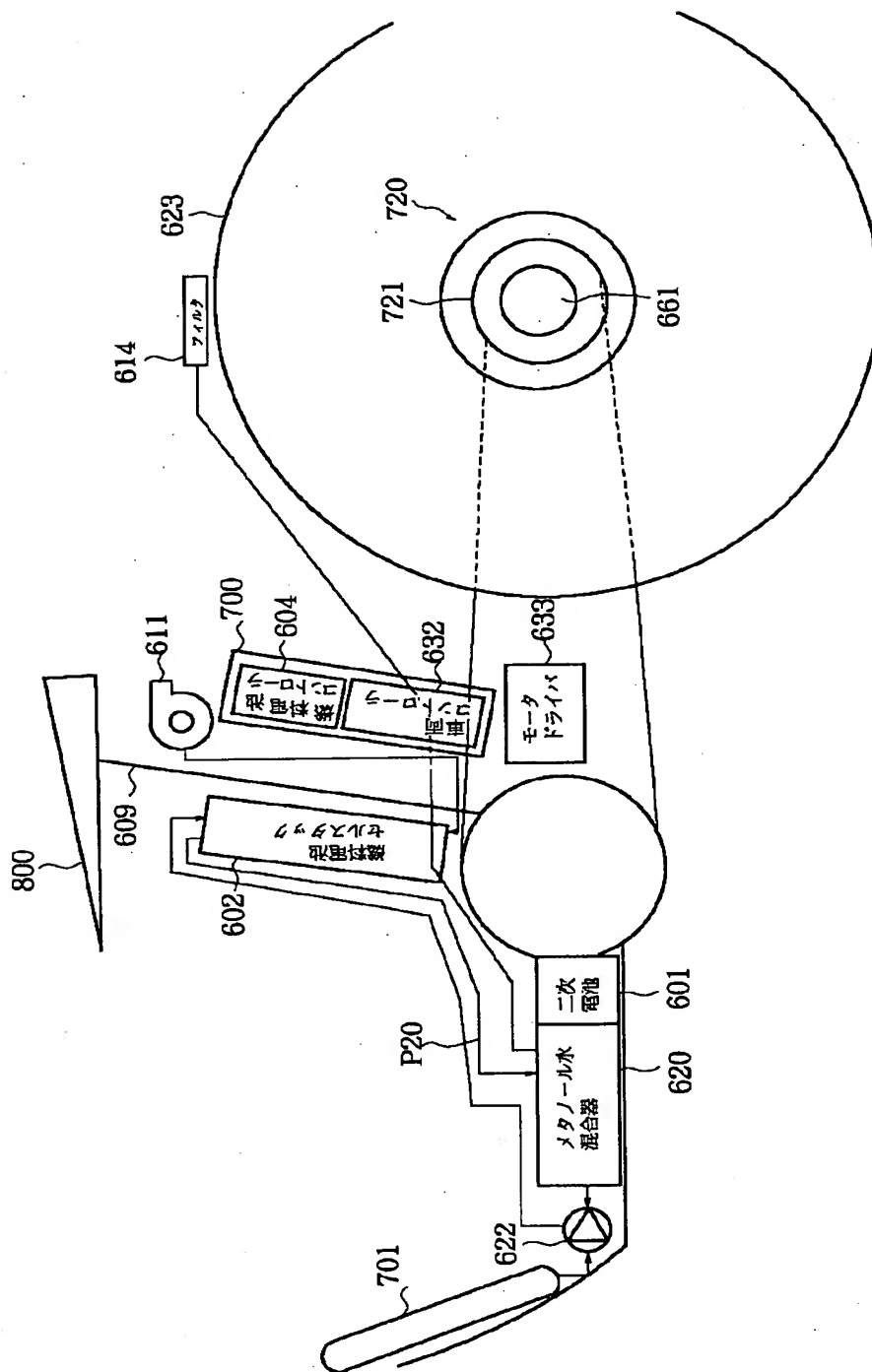
【図12】



【図13】

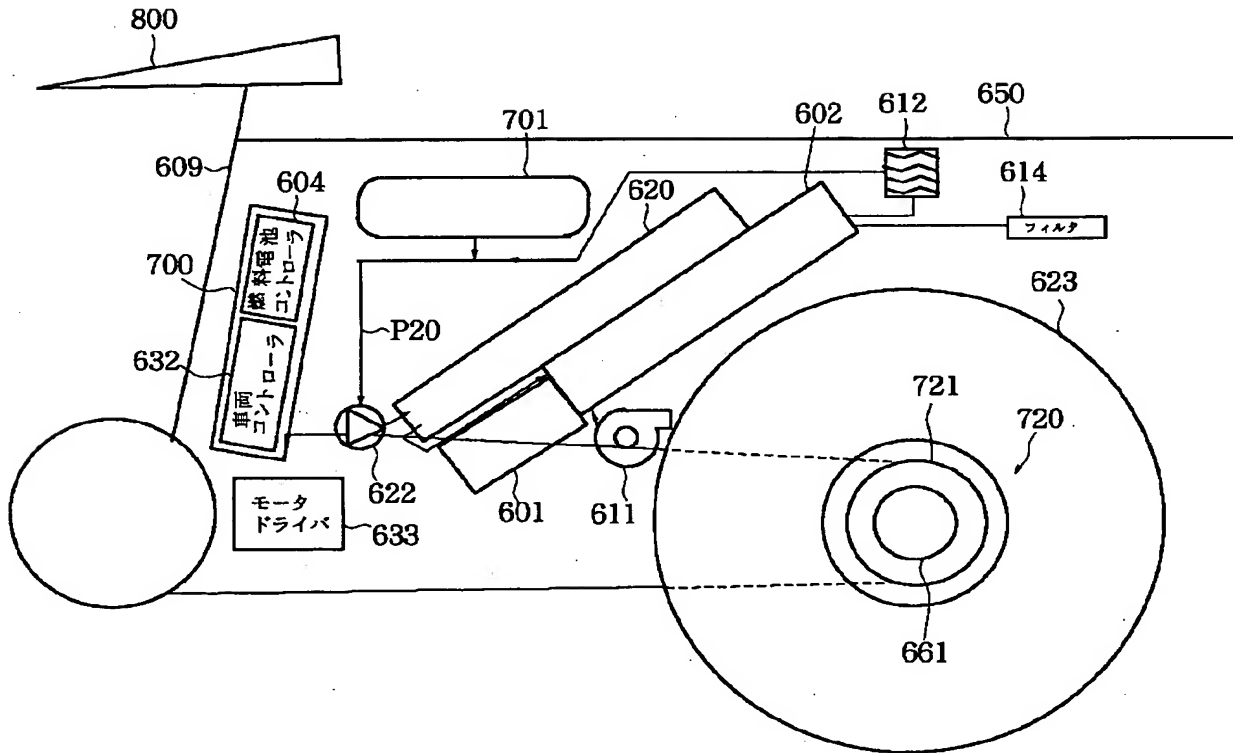


【図15】



[illegible]

【図17】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
B 6 0 L 11/18

識別記号

F I
B 6 0 L 11/18

タームコード (参考)
G

(72) 発明者 倉西 雅久
静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

F ターム (参考) 3D035 AA03 AA06
5H027 AA02 CC02 KK46
5H115 PA12 PG04 PI18 QE01 SE06
T005 TU11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.